F A C U L T E D E M E D E C I N E

489
n°

Année 1966

T H E S E

pour le

D O C T O R A T E N M E D E C I N E

par

L A S S A U, Jean-Pierre, Paul, Louis

né le 23 septembre 1934 à Paris

Aide d'Anatomie à la Faculté de Médecine
Attaché-Assistant à la Faculté
Interne des Hopitaux de Paris

Présentée et soutenue publiquement le :

L'ORGANOGENESE DU FOIE HUMAIN

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA FORMATION DE L'ANGIO ARCHITECTURE HEPATIQUE

Président : Monsieur le Professeur André DELMAS.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544321_0008

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN -

F A C U L T E D E M E D E C I N E

Année 1966 n°

T H E S E

pour le

D O C T O R A T E N M E D E C I N E

par

L A S S A U, Jean-Pierre, Paul, Louis

né le 23 septembre 1934 à Paris

Aide d'Anatomie à la Faculté de Médecine
Attaché-Assistant à la Faculté
Interne des Hopitaux de Paris

Présentée et soutenue publiquement le :

L'ORGANOGENESE DU FOIE HUMAIN

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA FORMATION DE L'ANGIO ARCHITECTURE HEPATIQUE

Président : Monsieur le Professeur André DELMAS.

1/1/1966

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Alajouanine (T.), Aubin (A.), Bénard (H.), Binet (L.), Bulliard (H.), Cathala (J.), Chabrol (E.), Chailley-Bert (P.), Debré (R.), Fey (B.), Galliard (H.), Gaudart d'Allaines (F. de), Gennes (L. de), Halphen (E.), Hazard (R.), Heuyer (G.), Laroche (G.), Lavier (G.), Lelong (M.), Lévy-Solal (E.), Lian (C.), Marchal (G.), Mathieu (P.), Monod (R.), Moreau (R.), Moulonguet (P.), Pasteur Vallery-Radot, Petit-Dutaillis (D.), Piédelièvre (R.), Quénu (J.), Renard (G.), Richet (C.), Senèque (J.), Strohl (A.), Tanon (L.), Verne (J.).

DOYEN	Georges BROUET.
1er ASSESSEUR	Daniel BARGETON
2e ASSESSEUR	Jean GOSSET

I. — PROFESSEURS

1° CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

a) Professeurs titulaires :

	MM.
Anatomie	DELMAS (A.)
Anatomie et cytologie pathologiques	DELARUE (J.)
Anesthésiologie	BAUMANN (J.)
Bactériologie et virologie	TOURNIER (P.)
Biochimie médicale	JAYLE (M.-F.)
—	POLONOVSKI (J.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports	MALMEJAC (J.)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
Biophysique médicale	BUGNARD (L.)
—	DOGNON (A.)
—	DJOURNO (A.)
Cancérologie médicale et sociale	DENOIX (P.)
Chimie pathologique	SCHAPIRA (G.)
Embryologie	TUCHMANN (H.)
Génétique fondamentale	LEJEUNE (J.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie	COURY (Ch.)
Histologie	GIROUD (A.)
Hygiène et médecine préventive	BOYER (J.)
Médecine du Travail	DESOILLE (H.)
Médecine légale	DEROBERT (L.)
Microbiologie (Bactériologie et virologie)	FASQUELLE (R.)
Parasitologie	BRUMPT (L.-C.)
Pathologie chirurgicale	LAURENCE (G.)
—	KUSS (R.)
—	VERNE (J.-M.)
Pathologie exotique	N...
Pathologie expérimentale et comparée	MERKLEN (F.-P.)
Pathologie médicale	LAROCHE (Cl.)
—	BRICAIRE (H.)
—	PÉQUIGNOT (H.)
Pathologie respiratoire	TURIAF (J.)
Pathologie et thérapeutique générales	N...
Pharmacologie	CHEYMOL (J.)
—	LEVY (Mlle J.)
Physiologie	BARGETON (D.)
—	PARROT (J.)
Physiologie et pathologie obstétricales	LEPAGE (F.)
Radiologie médicale	DESGREZ (H.)

	MM.
Technique chirurgicale et Chirurgie expérimentale	CAUCHOIX (J.)
Thérapeutique	CONTE (M.)
Thérapeutique appliquée	LAMOTTE (M.)

b) **Professeurs à titre personnel :**

Anatomie anthropologique	OLIVIER (G.)
Anatomie pathologique	NEZELOF (Ch.)
Bactériologie	BARBIER (P.)
Biochimie médicale	DESGREZ (P.) / DREYFUS (J.-Cl.)
Biologie médicale	BOURLIÈRE (F.)
Histologie	COUJARD (R.)
Parasitologie	LARIVIÈRE (M.)
Pathologie expérimentale	LOEPER (J.) / RICHET (G.)
Physiologie	DEJOURS (P.) / ROUCAYROL (J.-Cl.) / SCHERRER (J.)
Physique médicale	KELLERSHOHN (L.) / GOUGEROT (L.) / TUBIANA (M.)
Radiologie médicale	FISCHGOLD (H.)

2° CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

a) **Professeurs titulaires :**

		MM.
Clinique carcinologique chirurgicale (Necker)		REDON (H.)
Clinique cardiologique (Broussais)		SOULIÉ (P.)
— — (Boucicaut)		LENÈGRE (J.)
Cliniques chirurgicales	Beaujon	LORTAT-JACOB (J.-L.)
	—	N...
	Cochin	LEGER (L.)
	Hôtel-Dieu	PATEL (J.)
	Saint-Antoine	GOSSET (J.)
	Salpêtrière	SICARD (A.)
	Tenon	OLIVIER (Cl.)
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique (Cochin)		MERLE d'AUBIGNÉ (R.)
— — — (Foch)		PADOVANI (P.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants-Malades)		FÈVRE (M.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)		DUBOST (Ch.)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laennec)		MATHEY (J.)
Clinique dermatologique (Saint-Louis)		DUPERRAT (F.)
Clinique endocrinologique (Pitié)		DECOURT (J.)
Clinique de Génétique médicale (Enfants-Malades)		LAMY (M.)
Clinique gynécologique (Broca)		HUGUIER (J.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (Saint-Louis)		DEGOS (R.)
Clinique des maladies des enfants (Enfants-Malades)		TURPIN (R.)
Clinique des maladies infectieuses (Claude-Bernard)		MOLLARET (P.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Sainte-Anne)		DELAY (J.)
Clinique des maladies métaboliques (Necker)		HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies du sang (Broussais)		BERNARD (J.)
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière)		CASTAIGNE (P.)
Cliniques médicales	Bicêtre	DEPARIS (M.)
	Broussais	MILLIEZ (P.)
	Cochin	BROUET (G.)
	Hôtel-Dieu	BARIÉTY (M.)
	Lariboisière	SÈZE (S. de)
	Pitié	DREYFUS (G.)
	Saint-Antoine	KOURILSKY (R.)
	Saint-Antoine	BOUDIN (G.)

	MM.
Clinique d'hydrologie et de climatologie (Bichat)	DEBRAY (Ch.)
Clinique médicale infantile et pédiatrie sociale (Enfants-Malades)	MARIE (J.)
Clinique médicale propédeutique (Broussais)	JUSTIN-BESANÇON (L.)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition (Hôtel-Dieu)	DEROT (M.)
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)	DAVID (M.)
Clinique neurologique (Salpêtrière)	GARCIN (R.)
Cliniques obstétricales — Baudelocque	LACOMME (M.)
Cliniques obstétricales — Saint-Antoine	MERGER (R.)
Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal)	VARANGOT (J.)
Clinique ophtalmologique (Hôtel-Dieu)	OFFRET (G.)
— — (Cochin)	BREGEAT (P.)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)	AUBRY (M.)
Clinique de pédiatrie	MOZZICONACCI (P.)
Clinique de pédiatrie et de puériculture (Saint-Vincent-de-Paul)	THIEFFRY (S.)
Clinique de pneumo-phtisiologie (Laennec)	BERNARD (E.)
Clinique de neuro-psychiatrie infantile (Salpêtrière)	MICHAUX (L.)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin)	COSTE (F.)
Clinique stomatologique (Salpêtrière)	DECHAUME (M.)
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard)	ROUX (M.)
Clinique thérapeutique médicale (Saint-Antoine)	LEMAIRE (A.)
Clinique toxicologique	GAULTIER (M.)
Clinique traumatologique et orthopédique (R.-Poincaré)	JUDET (R.)
Clinique urologique (Cochin)	ABOULKER (P.)
— — (Necker)	COUVELAIRE (R.)
Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau)	LAPLANE (R.)
Séméiologie médicale (A. Chantin)	DOMART (A.)
— — (Lariboisière)	BOUVRAIN (Y.)
— — (Pitié)	RAMBERT (P.)
— — (Rothschild)	WOLFROMM (R.)
Séméiologie et clinique chirurgicales (Broussais)	POILLEUX (F.)

b) **Professeurs à titre personnel :**

Hématologie	ANDRÉ (R.)
	BOUSSER (J.)
Hydrologie et climatologie	GIBERTON (A.)
Maladies infectieuses	BASTIN (R.)
Médecine	AZERAD (E.)
	BOUR (H.)
	CABROL (Ch.)
	GROSSIORD (A.)
	LAMBLING (A.)
	LAUNAY (Cl.)
	PAYET (M.)
	PERRAULT (M.)
	SIGUIER (F
	WORMS (R.)
Neuro-chirurgie	LE BEAU (J.)
Neurologie	LHERMITTE F.
Neuro-psychiatrie	PICHOT (P.)
Oto-Rhino-Laryngologie	MADURO (R.)
Pédiatrie	POLONOVSKI (Cl.)
	ROYER (P.)
Pneumo-Phtisiologie	KREIS (B.)
	MEYER (A.)
Rhumatologie	DELBARRE (F.)

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE

	MM.
Anatomie pathologique	BOUYGOU (Ch.)
Anesthésiologie	VOURC'H (G.)
Bactériologie	CHRISTOL (D.)
Biochimie médicale	CARTIER (P.) GONNARD (P.)
Biologie médicale	HARTMANN (L.)
Hématologie	BILSKI-PASQUIER (B.)
Maladies infectieuses	DUPONT (V.)
Physique médicale	COURSAGET (J.) GREMY (F.)
Physiologie	GIRARD (Fr.)
Stomatologie	CHAPUT (Mme A.)
Thérapeutique	CHASSAGNE (P.)

III. — PROFESSEURS DÉTACHÉS DANS LES UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES

Bactériologie	HAUDUROY (P.) Pr. s. ch
Pathologie chirurgicale	RUDLER (J.) Pr. s. ch.

IV. — PROFESSEUR ASSOCIÉ

Statistique médicale et épidémiologique	SCHWARTZ (D.)

Secrétaire général de la Faculté	M. LENA (J.)
Conseillers administratifs	Mlle CHAINTREUIL (G.) M. FAYE (R.)
Conservateur en Chef de la Bibliothèque Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine	M. le Docteur HAHN (A.)
Conservateurs	Mlles DUMAITRE (P.), LAURENT (H.), LE NOIR (G.),
Bibliothécaires	Mmes CONTET (J.), FORGET (F.), Mlles DUROZOY (M.-F.), ROBERGE (D.), Dr SCHILLER (J.)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

L'ORGANOGENESE DU FOIE HUMAIN

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA FORMATION DE L'ANGIO ARCHITECTURE HEPATIQUE

A mes Parents

qui m'ont permis de réaliser mes ambitions de jeunesse

A ma femme, dont la présence affectueuse et la collaboration dévouée n'ont cessé de m'entourer dans la réalisation de mes travaux.

A Monsieur le Professeur André DELMAS,

qui nous a fait le très grand honneur d'accepter
la présidence de cette thèse,

Je suis heureux de pouvoir lui exprimer ma respectueuse reconnaissance pour toutes les marques d'intérêt qu'il m'a témoignées depuis le début de mes études médicales.

Vous m'avez, Monsieur, accueilli dans votre laboratoire il y a treize ans, et vos leçons, d'une clarté exemplaire, ont éveillé ma curiosité et mon intérêt pour les faits anatomiques.

Les mots me manquent pour vous dire toute mon affectueuse gratitude pour le soutien que vous m'avez donné en toute circonstance.

Veuillez trouver dans cette thèse, dont vous avez inspiré et guidé l'édification, une preuve de mon filial attachement.

A mes Maîtres dans l'Externat

Messieurs
le Docteur Léon AUROUSSEAU
le Docteur Jean VIGNALOU
le Professeur André DOMART
le Docteur Alain RUBENS DUVAL
le Professeur Paul CASTAIGNE

Ils m'ont enseigné les bases de la médecine clinique, sans laquelle il n'est pas de chirurgie.

Qu'ils soient assurés de mes sentiments respectueux et reconnaissants.

A mes Maîtres dans l'Internat,

A Monsieur le Professeur Jean QUENU

Il a guidé mes premiers gestes de chirurgien.
Je souhaite bénéficier dans l'avenir de la même bienveillance qu'il m'a témoignée quand j'étais son jeune interne.

A Monsieur le Docteur Jean MEILLERE

Sa courtoisie et sa gentillesse envers chaque malade sont pour moi des exemples que je souhaite savoir suivre.

A Monsieur le Professeur Claude OLIVIER

Sa technique parfaite m'a donné conscience de la précision et de la rigueur qui doivent entourer l'acte chirurgical

Je le remercie pour la compréhension et la sollicitude qu'il m'a toujours témoignées.

A Monsieur le Professeur René KUSS

En me faisant comprendre que l'urologie était une spécialité chirurgicale,

Il m'a fait aimer l'art qu'il pratique et a orienté en grande partie mes activités hospitalières.

Qu'il soit assuré de mon admiration et dela joie que j'ai de poursuivre mon instruction dans son service.

A Monsieur le Professeur Lucien LEGER

Sa grande érudition et sa maîtrise restent pour moi un des souvenirs les plus marquants de mon Internat.

Qu'il soit remercié pour les témoignages de réconfort qu'il m'a apportés en des moments difficiles.

A Monsieur le Professeur Jean PATEL,

Son sens clinique et ses leçons au lit du malade m'ont profondément marqué, et m'ont aidé à reprendre contact avec la pratique chirurgicale.

A Monsieur le Professeur Jacques HUGUIER

Il m'a enseigné la technique sobre et utile : la plus douce pour l'opéré, la plus difficile à acquérir

Qu'il trouve ici mes remerciements pour tout ce qu'il m'a appris.

A Monsieur le Professeur Gabriel LAURENCE

L'étendue de ses connaissances et son enseignement m'ont appris à exposer et à faire ressortir l'intérêt du moindre fait chirurgical.

Qu'il soit assuré de ma respectueuse et profonde admiration.

A Monsieur le Docteur Jacques MICHON

Je le remercie pour les conseils éclairés et bienveillants qu'il m'a prodigués
Le respect qu'il a pour l'homme est pour moi un exemple que je m'efforcerai de suivre.

A Monsieur le Professeur Marcel ROUX

Il m'a accueilli avec sollicitude dans son service.

Sa personnalité attachante et la couleur de son enseignement ont éclairé la fin de mon Internat.

A mes Maîtres des Hopitaux,

Messieurs

le Professeur agrégé Michel PERROTIN
le Professeur agrégé Georges THOMERET
le Docteur Robert AUROUSSEAU
le Docteur René RETTORI
le Docteur Jean MOREAUX
le Professeur agrégé Louis QUENU
le Docteur Philippe DETRIE
le Professeur agrégé Michel PREMONT
le Professeur agrégé Jacques LATASTE
le Professeur agrégé Michel GARBAY
le Professeur agrégé Jean-Michel CORMIER
le Professeur agrégé Georges CERBONNET
le Professeur agrégé Henri Guy ROBERT
le Docteur Marcel BOUREAU
le Professeur agrégé Pierre VAYRE
le Professeur agrégé Michel ARSAC

A mon ami,

le Professeur agrégé Jacques HUREAU,

qui m'a aidé et dirigé à chaque étape de ce mémoire.

Il a fait naître une véritable amitié déjà grandie par plusieurs années de collaboration,

A mes amis du Laboratoire d'Anatomie de la Faculté de Médecine de Paris,

en particulier au Professeur agrégé Claude GILLOT,

Aux Docteurs Jean-Henri ALEXANDRE et Jean-Paul CHEVREL

Un travail d'équipe nous a réunis dans une ambiance de mutuelle sympathie que rien ne peut faire oublier.

A mes amis et collègues de l'Internat de Paris.

INTRODUCTION

Les connaissances actuelles sur la formation des vaisseaux du foie humain et de la segmentation hépatique reposent sur des travaux effectués à partir d'embryons de mammifères, autres que l'homme : lapin, hamster, cochon, etc....

Il s'agit le plus souvent d'une série de reconstructions faites à partir d'embryons d'âge différent.

Les résultats de ces recherches ont été appliqués à l'organogenèse des vaisseaux hépatiques humains et n'ont été vérifiés, la plupart du temps, que par la lecture isolée de coupes sériées d'embryons humains.

Malgré tous ces travaux, plusieurs problèmes demeurent. Ce sont :

- l'origine des sinusoïdes hépatiques
- la date d'apparition de la segmentation hépatique
- les phénomènes déclenchant cette segmentation
- l'origine même de cette segmentation

C'est pourquoi nous avons reconstruit les vaisseaux hépatiques afférents et efférents de trois embryons humains d'âge différent.

Ceci a permis de mettre en évidence les modifications vasculaires contemporaines de l'organisation de la segmentation hépatique, et d'interprêter le mécanisme du développement des vaisseaux intra-hépatiques.

Mais en plus du système veineux hépatique, nous avons reconstruit le système biliaire, le système artériel hépatique, la veine cave inférieure retro et sus hépatique, l'anse ombilicale et ses vaisseaux . Ce qui nous a amené à discuter les conceptions classiquesde la genèse de ces éléments.

MATERIEL ET METHODE

Avant de commencer ce chapître, une remarque s'impose sur la détermination de l'âge des embryons.

Dans la suite du texte et chaque fois qu'il sera possible, nous ferons appel pour déterminer l'âge d'un embryon aux horizons de Streeter plutôt qu'à sa taille.

En effet, la taille d'un embryon représente la distance vertex-coccyx, mesurée au plus court, au moyen d'un pied à coulisse. Ce n'est donc pas la taille véritable comme on l'entend pour un adulte.

De plus, la courbure plus ou moins accentuée de l'embryon, les variations de taille selon qu'il est mesuré avant ou après fixation, font que cette mesure peut être faussée de 20 à 30%.

C'est pourquoi, en se basant sur le degré de développement de certains organes, Streeter a pu établir des zones de développement ou horizons, permettant de donner un âge plus approché à l'embryon. (Fig. 1)

Plus récemment, H. PINEAU a montré que la croissance embryonnaire apparemment continue, pouvait être décomposée en trois parties : (fig. 2)

a - jusqu'à la 5ème semaine (35ème jour) la croissance est de type "cellules libres". C'est une fonction exponentielle.

b - de la 5ème à la 7ème semaine (36 à 50ème jour, plus ou moins 2 jours) c'est la période d'organogenèse.

c - au delà, c'est la période de croissance proprement dite

I - MATERIEL

Les trois embryons qui ont servi à ce travail ont été classés non selon leur longueur mais selon le développement de leurs organes ; nous nous sommes servis des horizons de Streeter.

Ces trois embryons sont tous trois situés dans la partie d'organogenèse de la courbe de PINEAU.

1 - L'embryon humain que nous appelerons n°1, est âgé de 35 à 40 jours ; il appartient à l'horizon XVI de Streeter (ses branches lobaires ne sont encore qu'à l'état de bourgeon (fig. 3)
sa taille est de 10mm.

Il a été préparé en coupe de 5 microns et colorié selon la technique de Loyez à l'hematoxyline.

Il appartient à la collection du Laboratoire d'Anatomie de la Faculté de Médecine de Paris (Professeur André DELMAS), n°79.

2 - L'embryon humain que nous appelerons n°2 , est âgé d'environ 45 à 50 jours. Il appartient à l'horizon XIX de Streeter (le premier tour de spire dela cochlée est à peine ébauché). Fig. 4.

Sa taille est de 17 mm.

Il a été préparé en coupes de 10 microns et colorié selon la méthode de Loyez à l'hématoxyline.

Il appartient à la collection du Laboratoire d'Anatomie de la Faculté de Médecine de Paris. (Professeur André DELMAS).

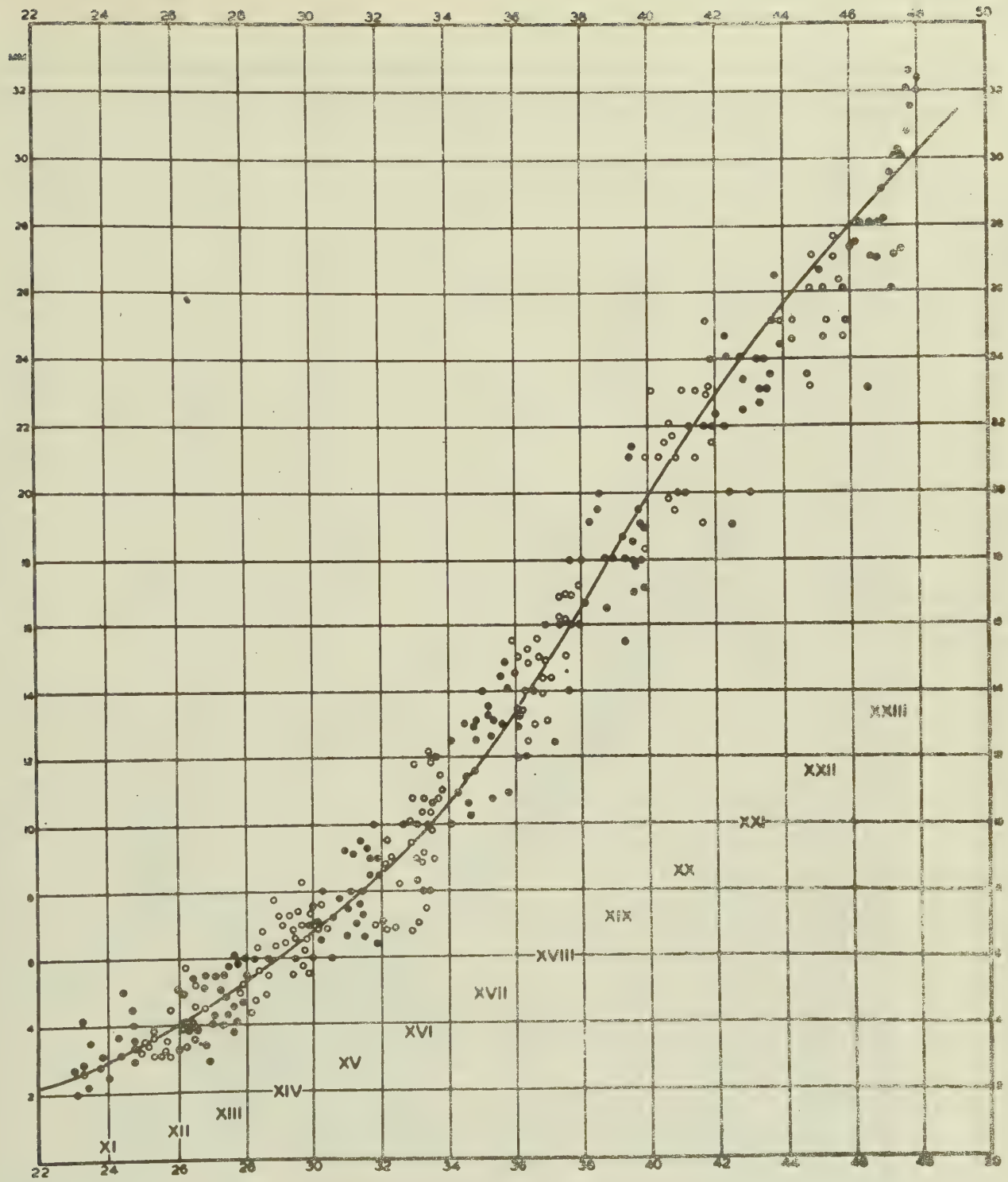


Fig. I

Graphique des horizons de Streeter - il montre les correlations entre l'âge, la taille et les développements d'un groupe d'embryons (collection de Carnegie).
On voit donc que dans un horizon, la taille d'un embryon peut varier dans les limites de 10 à 15%.

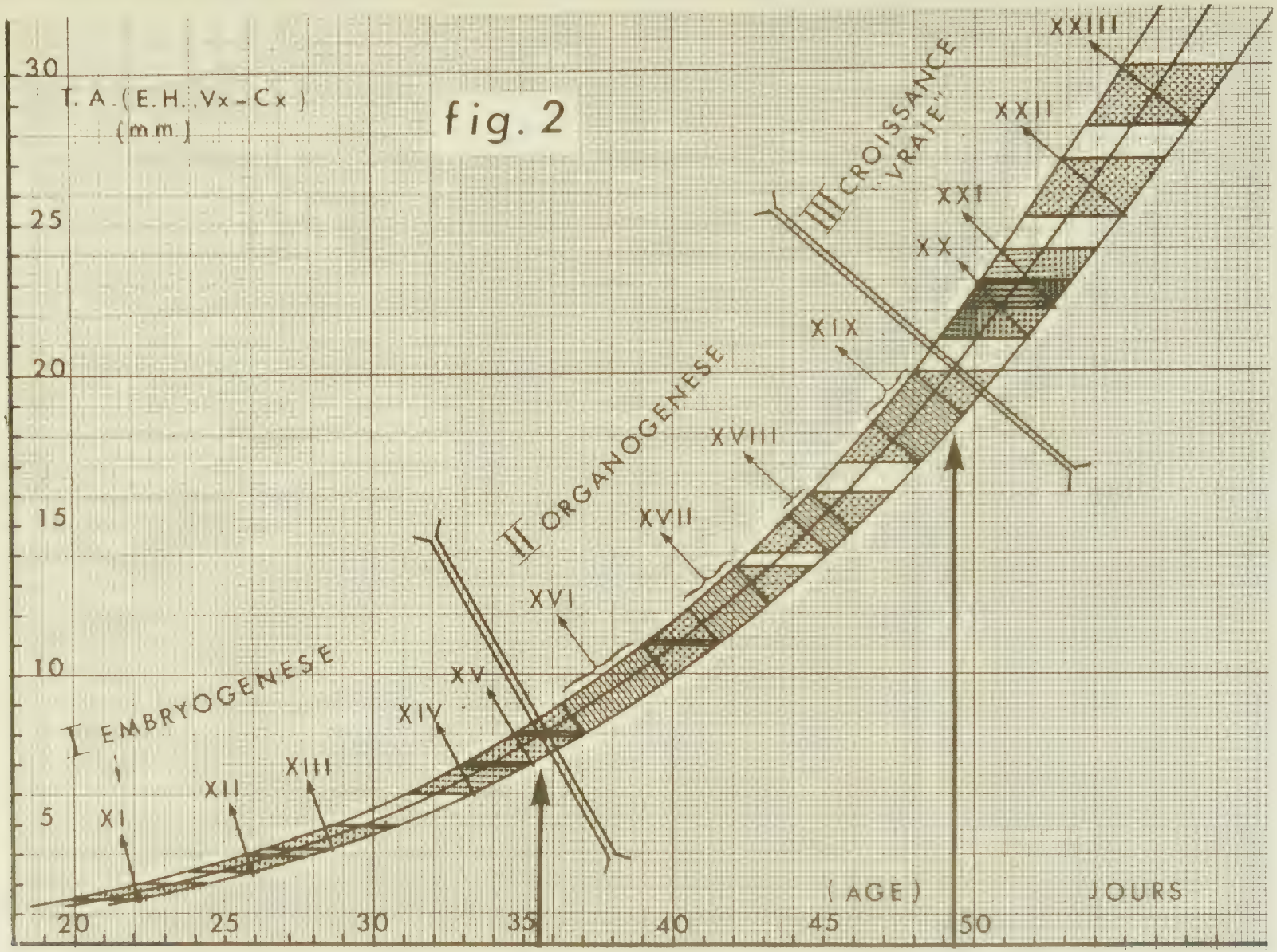


Fig. 2

Courbe de croissance de PINEAU (distinguant trois stades) et ses corrélations avec les horizons de STREETER : les embryons dont nous faisons l'étude se situent dans les horizons 16-19-20, en pleine phase d'organogenèse qui intéresse donc singulièrement le foie.

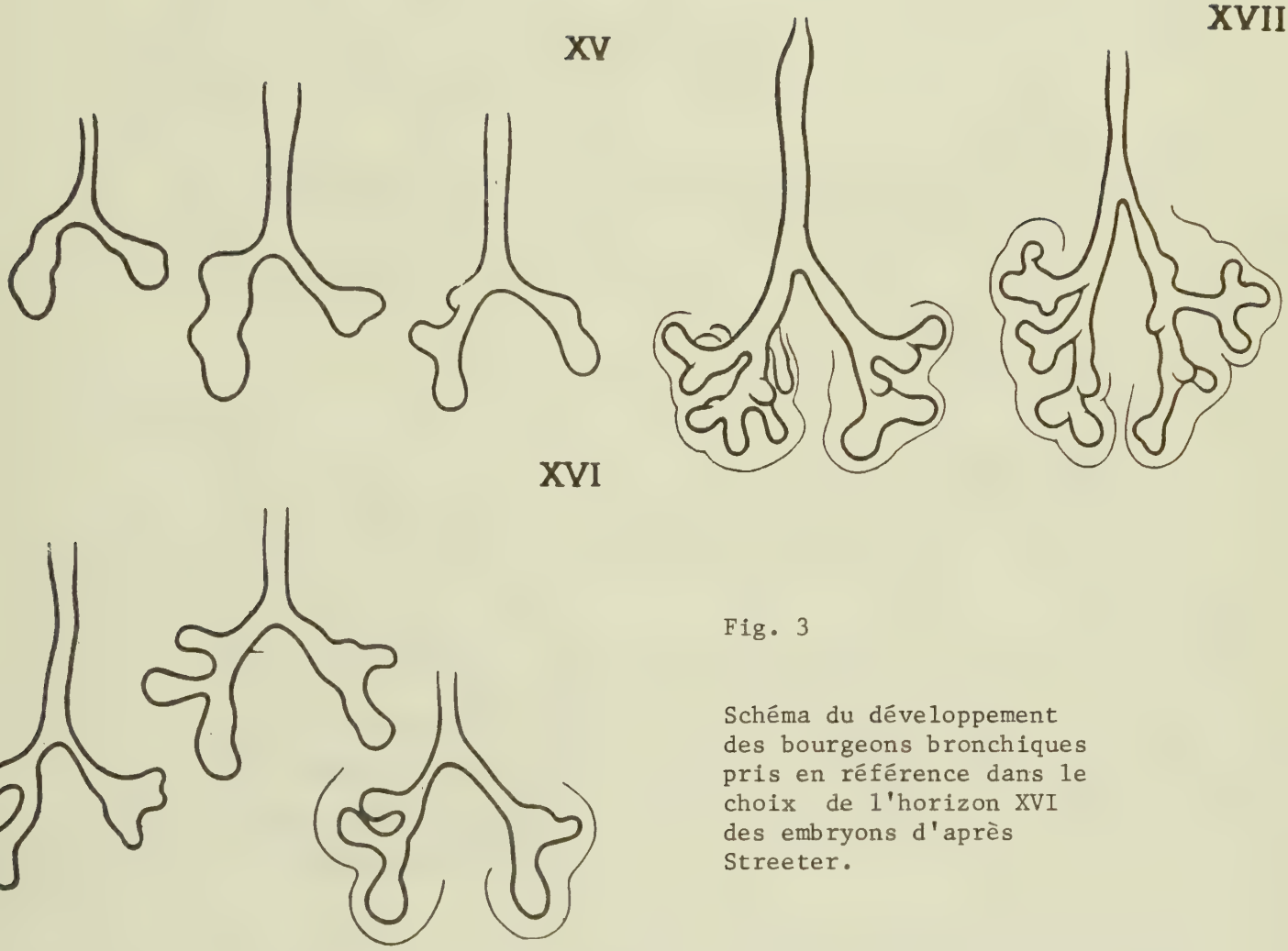


Fig. 3

Schéma du développement des bourgeons bronchiques pris en référence dans le choix de l'horizon XVI des embryons d'après Streeter.

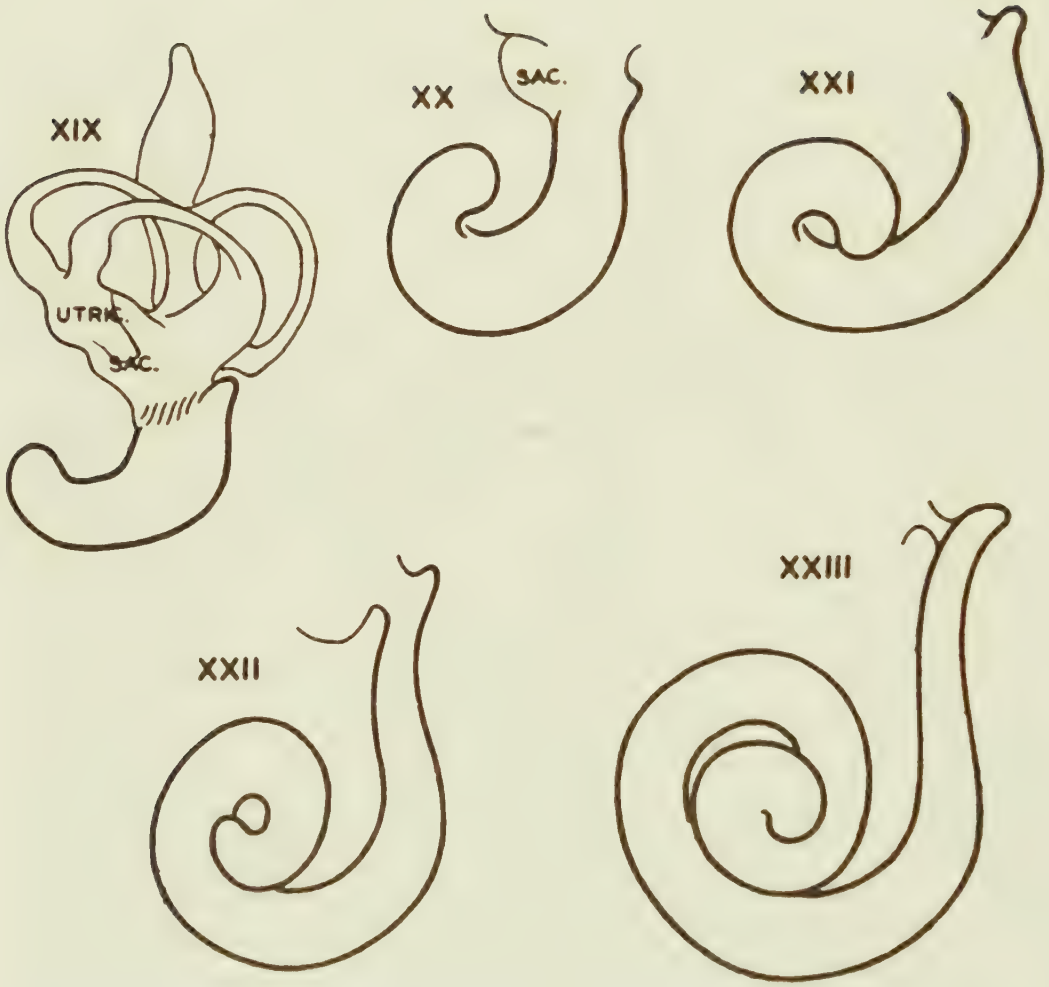


Fig. 4 - Schéma du développement de l'oreille interne, de la cochlée en particulier, des horizons choisis, XIX, XX (d'après Streeter).

3 - L'embryon humain que nous appelerons n°3 est âgé d'environ 52 jours. Il est classé dans l'horizon XX de Streeter. (Le premier tour de spire de la cochlée n'est pas tout à fait terminé).

Sa taille est de 14 mm 5. Il semble donc qu'il y ait eu une erreur dans sa mensuration, due à une courbure exagérée du rachis lors de la fixation, ou bien qu'il s'agisse d'un embryon particulièrement petit.

Cet embryon appartient à notre ami le Professeur agrégé Bernard TARDIF de l'Ecole de Médecine de Rouen qui a bien voulu nous le prêter afin d'en faire une reconstruction partielle.

II - METHODE

A partir de ces trois embryons, nous avons reconstruit selon la méthode de Born les éléments vasculaires, biliaires et intestinaux, des régions hépatiques et ombilicales.

Sur chaque pièce, le même élément a été peint de la même couleur :

L'estomac et l'intestin en blanc, les voies biliaires en jaune, les veines afférentes hépatiques et leurs ramifications en vert, les veines efférentes hépatiques, les veines postérieures et latérales de l'embryon en bleu, les éléments artériels en rouge.

Quelques modifications ont été apportées à la technique habituelle pour l'agrandissement des coupes , en nous servant d'un système optique muni d'une lampe à vapeur de mercure.

Nous avons obtenu une projection murale de l'ensemble de la coupe ce qui évite l'emploi de la triangulation.

Cette méthode a pour inconvénient de donner une distortion à la périphérie de la reconstruction, mais elle est constante, ne dépasse pas 2% et ne gêne pas l'étude de la pièce. L'erreur qu'elle entraîne n'est pas supérieure à celle que l'on peut avoir avec un dessin par champs restreints et déplacement par triangulation.

Diverses difficultés ont été rencontrées pour la reconstruction des vaisseaux hépatiqués afférents et efférents. Le foie est, en effet, l'organe le plus labile et dans chaque reconstruction certains obstacles se sont présentés : ils sont connus de tous ceux qui se sont intéressés à ce problème ; bloc hépatique massif fait de travées cellulaires denses, au sein duquel des sinusoides veineux, sans paroi bien nette, se fraient un trajet complexe.

Pour reconstruire un maximum de branches, chaque coupe a été dessinée de façon aussi complète que possible, en tenant compte de tous les lacs sanguins.

Pour ne pas risquer d'imprécision, il n'a été tenu compte, au cours de la reconstruction elle-même, que des éléments rencontrés au moins sur trois coupes successives et que l'on a pu suivre jusqu'à leur jonction avec des branches importantes, ce qui a permis d'éliminer en particulier les lacs sanguins dus à des artéfacts de préparation et dont le siège est volontiers sous-capsulaire.

HISTORIQUE

Plutôt que de classer les auteurs d'après la chronologie de leurs travaux, nous avons divisé ce chapître en deux parties.

- La première groupe les auteurs dont les travaux sont à la base de la conception actuelle de l'organogenèse du foie.

Nous envisagerons successivement chaque élément du foie : le parenchyme, ses vaisseaux et les voies biliaires.

- La deuxième partie évoque des travaux moins classiques mais proposant des solutions originales aux questions que posent l'organogenèse du foie.

I - - L'étude de l'organogenèse du foie et de ses vaisseaux débute dans la première moitié du siècle dernier.

1 - VON BAER fut semble-t-il, le premier qui étudia entre 1828 et 1837, la genèse de l'ébauche hépatique .

Il la vit naître de l'intestin postérieur. Quant aux vaisseaux hépatiques, il lui semble qu'ils venaient du sinus veineux.

Puis KÖLLIKER, en 1859, à la suite de travaux sur l'embryon de lapin, montre que la glande hépatique nait de deux évaginations de la partie ventrale de l'intestin antérieur.

HISS, en 1881, confirme sur des coupes sériées d'embryon humain les travaux de KÖLLIKER. (fig. 5)

Quelques années plus tard, en 1888, BORN reporte sur des plaques de cire les détails de coupes agrandies au moyen d'un système optique ; ce qui permet d'obtenir dans l'espace et au grossissement voulu une partie d'un embryon.

Cette méthode fut utilisée par de nombreux auteurs dans les travaux d'organogenèse humaine et animale.

Actuellement, le développement des techniques d'embryologie expérimentales et de microdissection permettent des études plus précises sur l'embryologie des animaux mais la méthode de BORN reste irremplaçable pour l'étude de l'organogenèse humaine.

BRACHET en 1895 (fig.6), MALL 1906, LEWIS 1912, LUDWIG 1919, et BLOOM 1926, confirment les travaux précédents. Actuellement, les traités

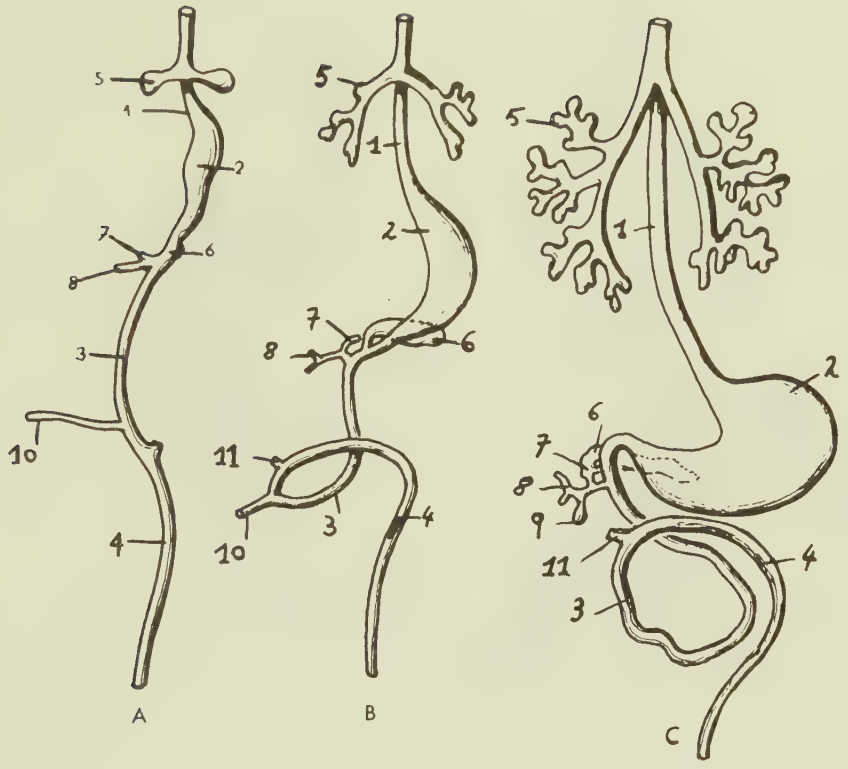


Fig. 5

Représentation schématique du développement du tube digestif et de ses annexes (d'après Hiss, in Tourneux: Précis d'Embryologie humaine).

I - oesophage
2 - estomac
3 - intestin grêle
4 - gros intestin
5 - ébauches bronchiques
6 - ébauche supérieure du pancréas
7 - ébauche inférieure du pancréas
8 - ébauche hépatique
9 - vésicule biliaire
10 - canal vitellin
11 - bourgeon coeco-appendiculaire

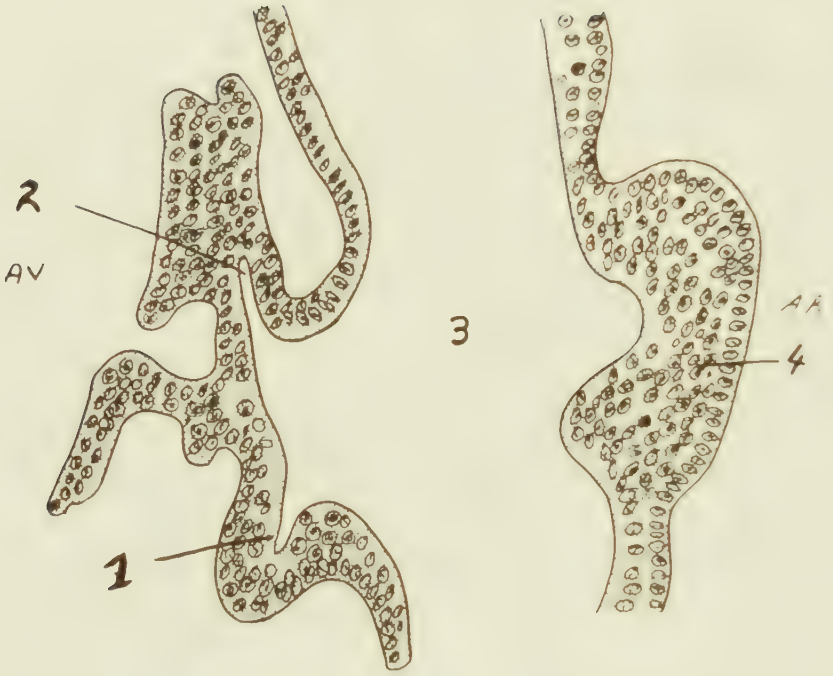


Fig. 6

Coupe sagittale d'un embryon de lapin, interessant les ébauches glandulaires de l'intestin antérieur.

I - ébauche cystique
2 - ébauche hépatique
3 - tube digestif
4 - pancréas dorsal

d'HAMILTON, BOYD et MOSSMANN, de PATTEN, d'AREY font naître l'ébauche hépatique de la partie ventrale de l'intestin antérieur, tout près de l'implantation du sac vitellin.

Plus récemment NICOLE LE DOUARIN, par ses travaux sur l'embryon de poulet, a montré que l'organogenèse du foie passe par deux stades successifs d'induction.

La première, au stade de détermination de l'endoderme présomptif du foie (5 somites), est due au mésoderme de l'aire cardiaque. Ce phénomène se produit lorsque l'embryon se ferme sur la ligne médio-ventrale.

Cette première induction est complétée par une induction plus tardive provoquant la multiplication des cellules endodermiques de la pars hépatica et leur différenciation en hépatoblastes. Le rôle du septum transversum est capital pour cette deuxième induction. Dès lors, les ébauches hépatiques progressent dans le septum-transversum : phénomène constaté dans de nombreuses espèces animales par des auteurs différents (fig. 7,8,9).

2 - Les premières études sur le développement du système veineux hépatique sont dues à HISS 1881, TOURNEUX, 1898, VON PEE, 1899 et HOCHSTETTER, 1902, sur des coupes d'embryons de lapin. Elles montrent que les veines omphalo-mésentérique et ombilicale sont divisées par l'accroissement de la masse hépatique en trois portions (fig.10) :

- une moyenne, formant les sinusoïdes hépatiques
- et deux plus petites, craniale et caudale formant les veines hépatiques afférentes et efférentes.

La portion des veines vitellines allant de la masse hépatique au coeur est dénommée canaux hépato-cardiaques (Streter).

Fig. 7

Coupe longitudinale d'un embryon de porc de 5 mm 5 d'après PATTEN (Human Embryology)

I - Artère ombilicale (allantoïdienne)
2 - Vaisseaux vitellins
3 - Intestin caudal
4 - Sac vitellin s'étendant vers le cœlome extra-embryonnaire
5 - Tube neural
6 - Pancréas dorsal
7 - Vésicule biliaire
8 - Foie
9 - Estomac
10 - Bourgeon bronchique
11 - Canal de Cuvier gauche
12 - Ventricule
13 - Septum transversum
14 - Aorte dorsale
15 - Coelome péricardique
16 - Coelome abdominal
17 - Pharynx

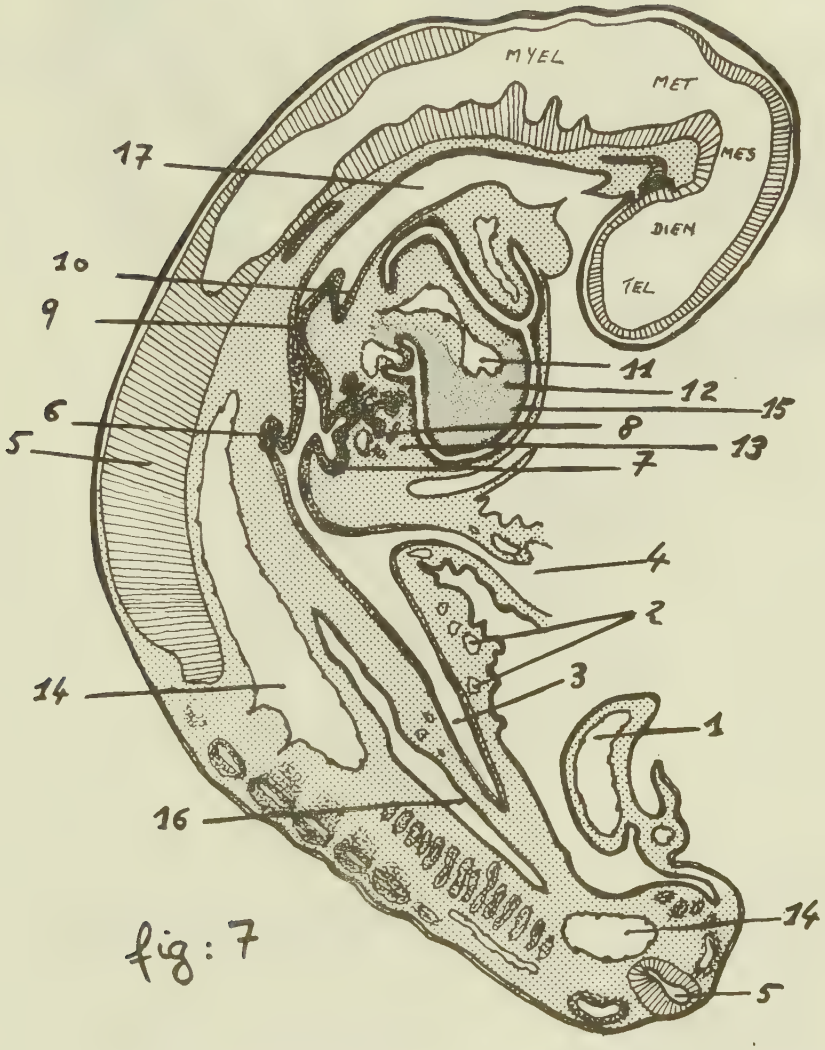


fig: 7

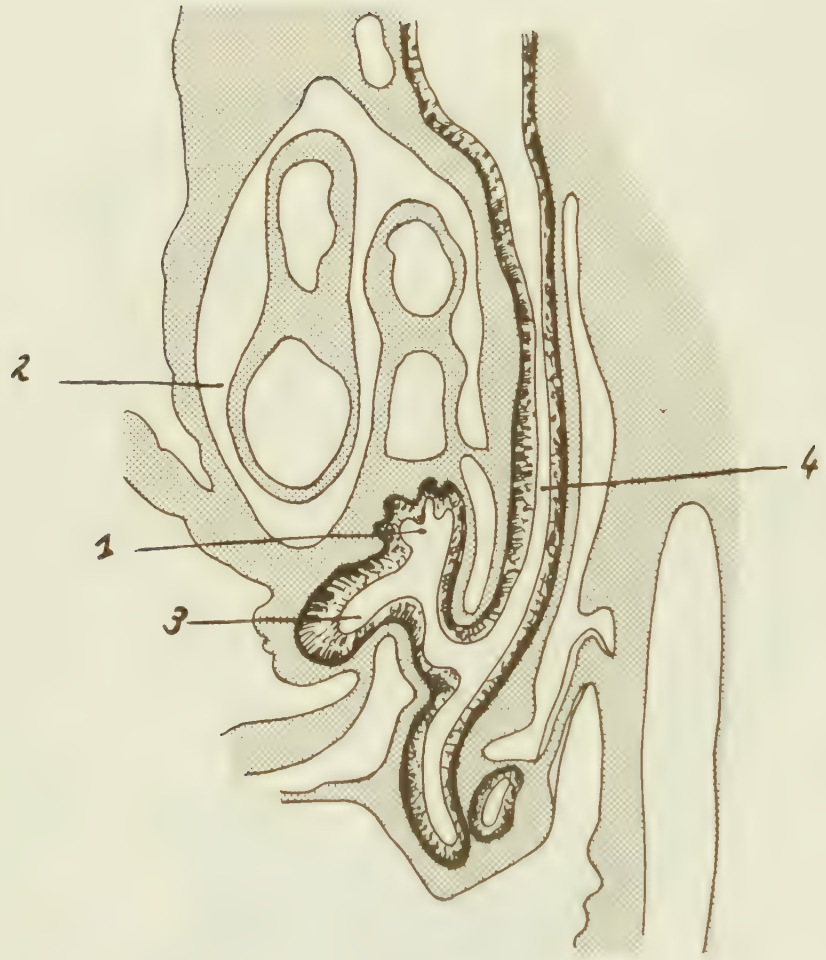


Fig. 8

Coupe sagittale d'un embryon d'Acanthias (Hochstetter) : in Brachet, traité d'Embryologie des vertébrés.

I - le foie s'engage dans paroipostérieure de
II - la cavité péricardique
III - vésicule biliaire
IV - intestin antérieur

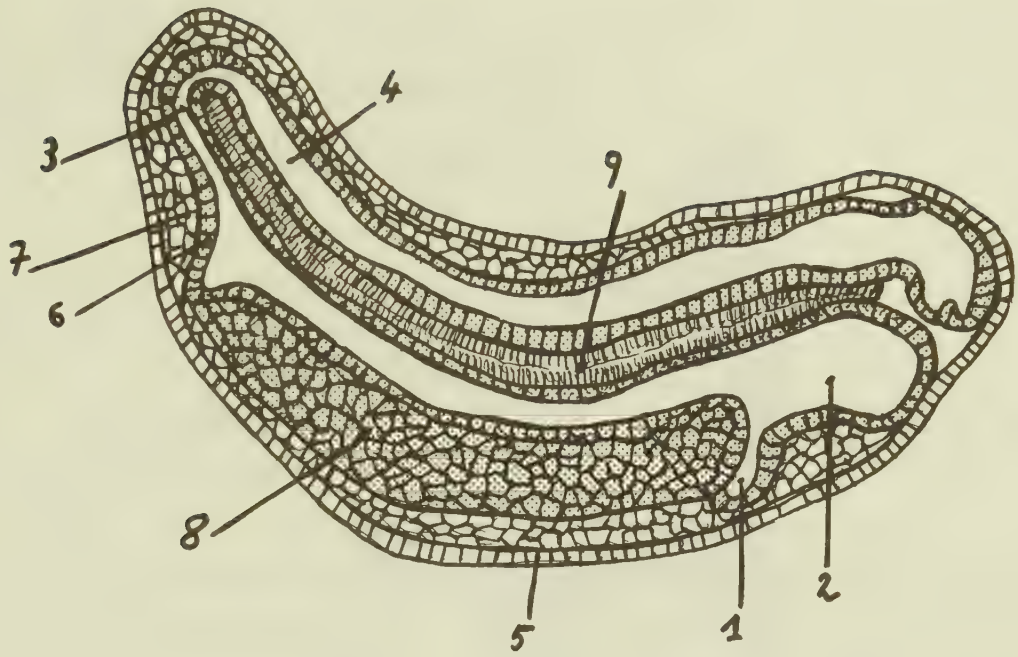


Fig. 9

Coupe sagittale médiane d'une larve de Bombinator. (d'après Goette) in Elements d'Embryologie de l'homme et des vertébrés. A.Prenant, 1896.

I - diverticule hépatique
2 - intestin
3 - canal neurentérique
4 - canal neural
5 - ectoderme
6 - entoderme
7 - mesoderme
8 - cellules vitellines
9 - chorde dorsale

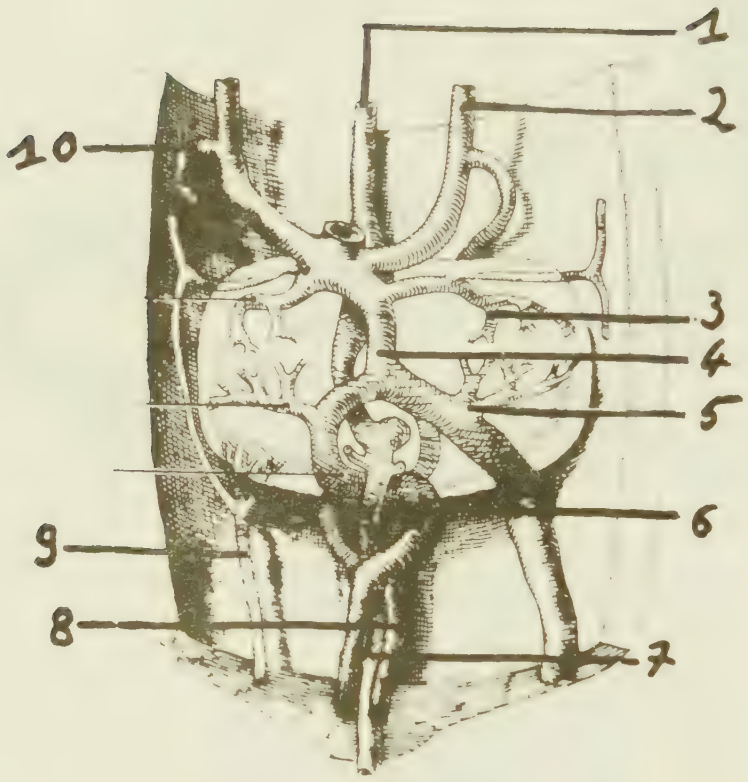


Fig. 10

Système vasculaire intra hépatique d'un embryon humain de 4 mm (Hiss), in Kollman.

I - oesophage
2 - veine jugulaire primitive
3 - veines efférentes
4 - canal d'Arantius
5 - veines afférentes
6 - aneau veineux caudal
7 - intestin
8 - veine mésentérique
9 - veine ombilicale droite
10 - veine cardinale postérieu

Cette évolution des vienes omphalo-mésentériques et ombilicales a été étudiée et confirmée par différents auteurs chez plusieurs mammifères ZUMSTEIN en 1896 sur le cochon d'Inde, KROBORG en 1924 chez le boeuf e. THIENES en 1925, chez le porc.

Cependant, SOULIE et BONNE en 1900, BURTLET en 1911, ont montré que chez l'embryon humain la veine ombilicale droite a déjà régressé avant d'être atteinte par la masse cellulaire hépatique.

La veine ombilicale droite ne pourrait donc donner naissance à des vaisseaux intra-hépatiques.

Le phénomène d'éclatement et d'englobement des veines embryonnaires du septum transversum par les cellules hépatiques est décrit par MINOT en 1904. C'est l'interpénétration ; les travées hépatiques produisent la subdivision d'un gros vaisseau en repoussant son endothelium et en le fragmentant.

Ainsi, se trouverait constitué le réseau sinusoidal et les vaisseaux intra-hépatiques.

Tous ces travaux sur la genèse du foie permirent à REX (1888) d'établir une segmentation hépatique à partir des données de l'organogenèse. NETTELBLAD, en 1955, après un travail original sur des embryons de hamsters arrive aux conclusions suivantes :

"Le parenchyme du foie est, au début, formé d'une masse compacte de cellules polygonales qui s'étendent dans le septum transversum.

Entre ces cellules naît un réseau sinusoidal s'opposant au réseau des cellules qui s'ordonnent en cordon.

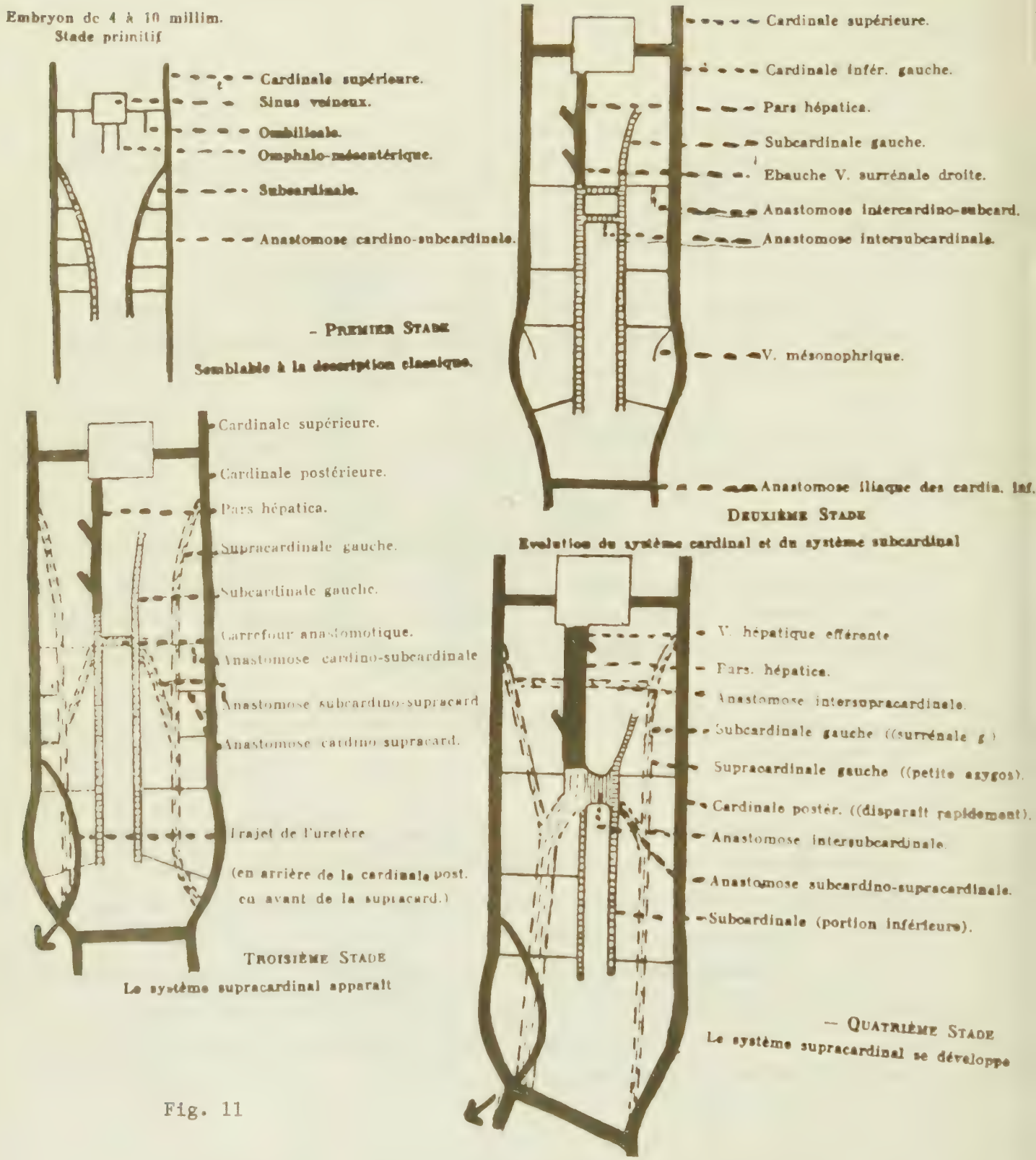


Fig. 11

Les différentes étapes de l'organogenèse de la veine cave inférieure selon Huttington et Mac Lure (in Corsy et Salmon) Revue de Médecine de France et des Colonies, 1931.

Cette masse pousse vers les veines omphalo mésentériques et ombilicale, formant ainsi quatre lobes.

La formation de la partie hépatique de la veine cave inférieure induit un cinquième lobe dorsal.

Les différents vaisseaux intra hépatiques ne prennent en général pas naissance dans des parties déterminées des veines ombilicales ou omphalo-mésentériques. Ils proviennent de ce que certains des sinusoïdes à l'intérieur de chaque lobe se transforme en larges canaux. "

SITGES en 1958 a étudié des coupes d'embryon humain de 5 à 42 mm il trouve une analogie de développement avec des embryons de lapin de neuf à dix sept jours post coitum.

Enfin, parmi les reconstructions de l'arbre vasculaire hépatique humain, citons celle de KAMINA (sur embryon humain de 16 mm 5 en 1963). Il constate qu'à ce stade, la segmentation portale est superposable à celle de l'adulte tel que l'a décrit COUINAUD.

Par son origine et par sa situation, la partie hépatique de la veine cave inférieure fait partie des vaisseaux intra-hépatiques.

Son origine a été longtemps discutée.

ZUNSTEIN, en 1899, SOULIE et BONNE en 1900, la faisaient dériver du canal d'Arantius.

HOCHTETTER et LEWIS, en 1902, la font provenir des veines hépatiques efférentes. (fig. 11).

KEIBEL et MALL en 1906, la font venir de la veine omphalo-mésentérique droite.

Mais ce sont HUTTINGTON, MAC LURE 1906 et BUTLER 1927, qui ont donné la théorie la plus communément admise d'après leurs travaux sur des embryons de chat.

Pour ces auteurs, la partie hépatique de la veine cave inférieure est un bourgeon né du canal hépato-cardiaque et descendant caudalement vers le méso latéral de BROMAN pour s'anastomoser avec la veine sub-cardinale droite.

3 - L'étude de l'organogenèse des voies biliaires débute avec HISS et BRACHET qui montrent que la voie biliaire accessoire vient d'une ébauche spéciale : la pars cystica (fig. 12).

Plus tard, THYING confirme ces travaux sur le porc.

METTEBLAD montre que l'ébauche cystique considérée comme indépendante de la pars hépatica, provient de la partie distale de la gouttière hépatique et non d'une évagination secondaire de celle-ci. (fig.13)

Le canal cholédoque est formé par allongement de la gouttière hépatique et croissance différentielle entre celle-ci et l'intestin antérieur. Quant aux canaux biliaires principaux, leur origine a été discutée. Pour HAMMAR, 1926, ils dérivent des cordons cellulaires qui se différentient en canaux hépatiques.

Pour KOLLIKER, ARON, 1921, WISBERG, 1931, mOLLIER, 1932, et HORSTMANN, 1939, ils se développent à partir de canaux lymphatiques satellites de la veine porte.

Tels sont les travaux qui ont servi de base à la conception classique de la genèse des éléments du foie et que GIROUD et LELIEVRE résument dans un schéma (fig. 14 et 15).

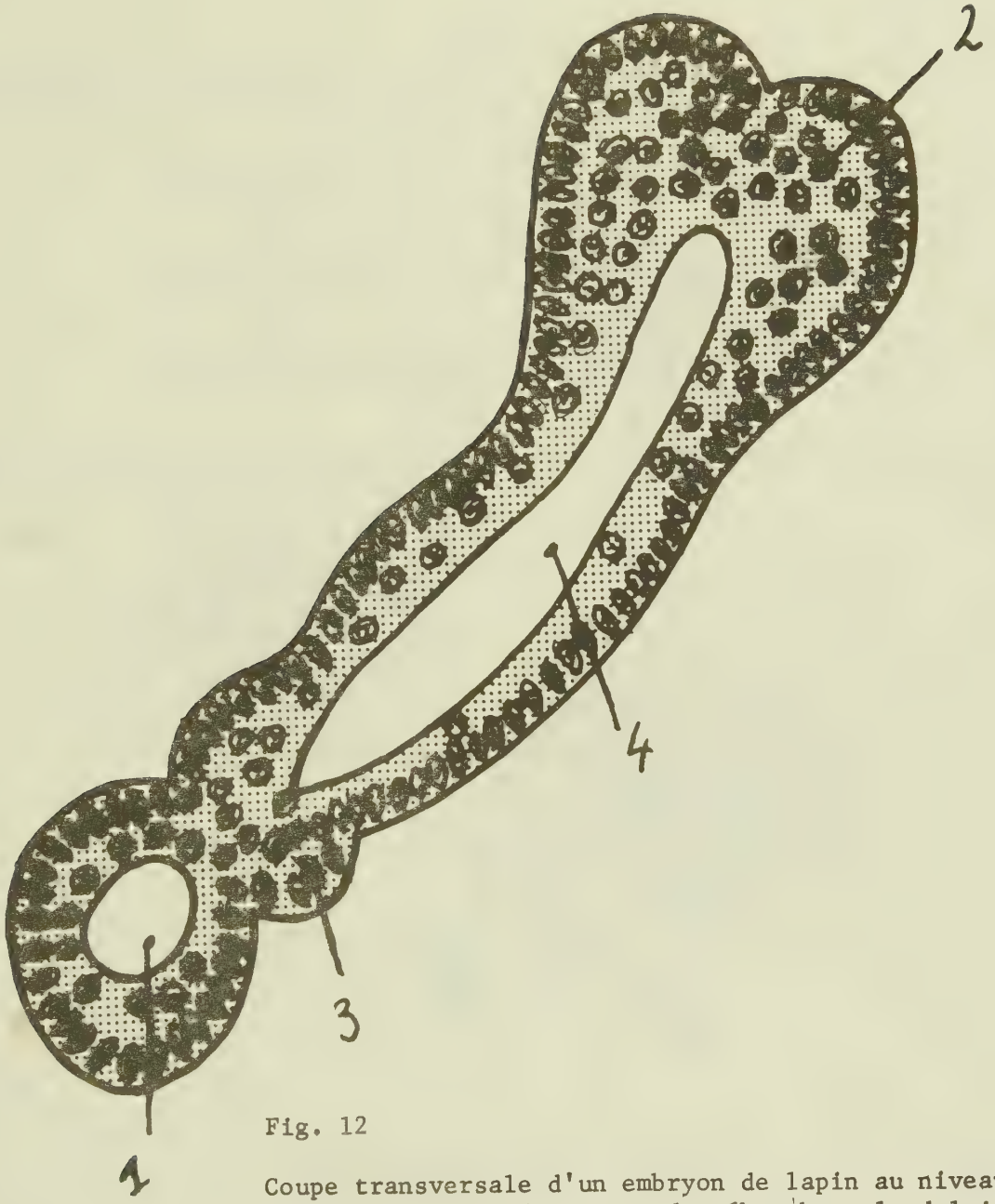


Fig. 12

Coupe transversale d'un embryon de lapin au niveau de l'intestin antérieur et des ébauches glandulaires. Noter l'apparition première de la pars cystica.

I - ébauche cystique
2 - pancréas dorsal
3 - pancréas ventral
4 - duodenum

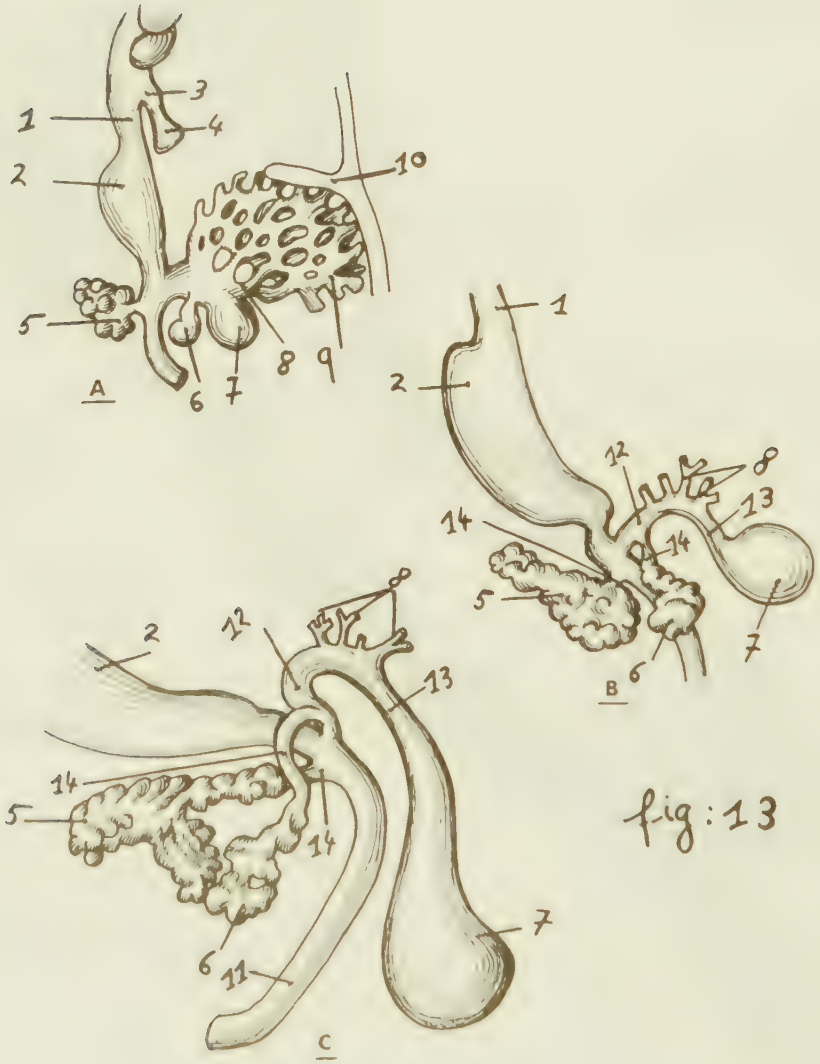


fig: 13

Fig. 13

Développement des ébauches hépatiques et pancréatiques chez l'embryon de porc (d'après Thyng) à différents stades.

A - reconstruction d'un embryon de porc de 5mm5 comparable au développement d'un embryon humain de 5 semaines.

B - reconstruction d'un embryon de porc de 9mm4, comparable au développement d'un embryon humain de 6 semaines.

C - reconstruction d'un embryon de porc de 20 mm comparable au développement d'un embryon humain de 7 semaines

Noter que les canaux hépatiques s'abouchent dans le canal cystique en plusieurs endroits.

I - oesophage
2 - estomac
3 - trachée
4 - ébauche bronchique
5 - pancréas dorsal
6 - pancréas ventral
7 - vésicule biliaire
8 - canaux hépatiques
9 - travée hépatique
10 - septum transversum
11 - duodenum
12 - canal hépatique commun
13 - canal cystique
14 - canaux pancréatiques

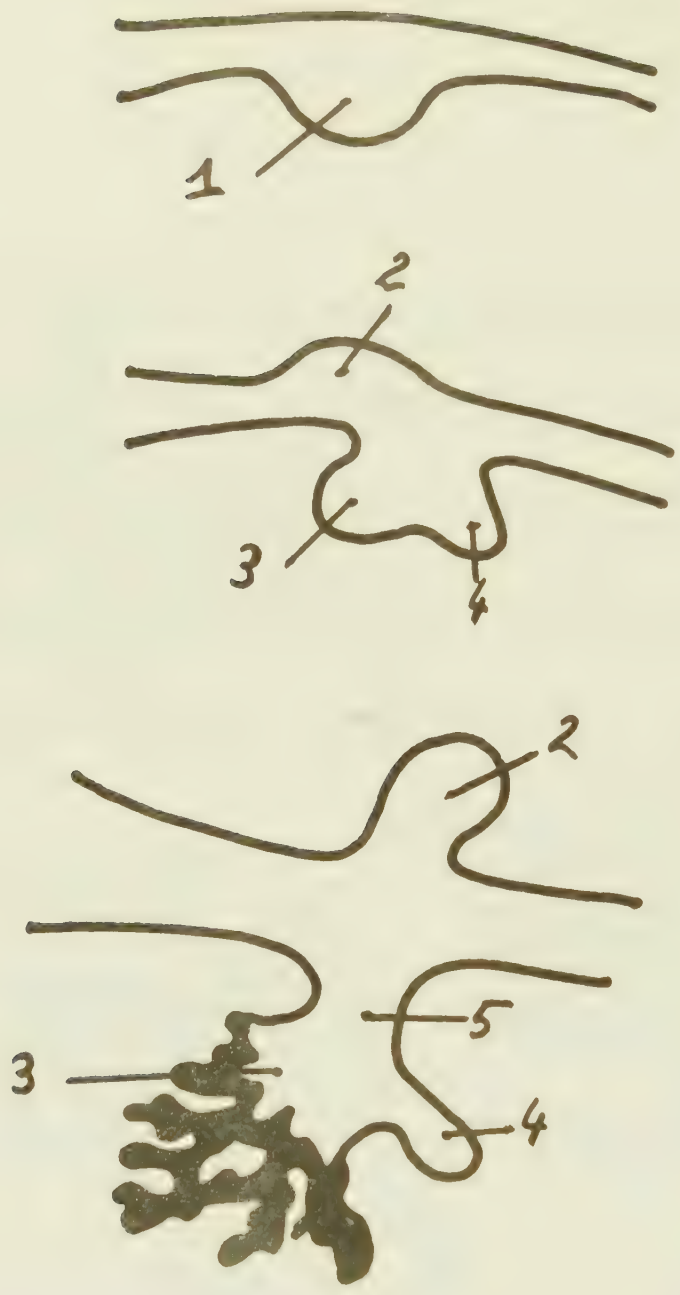


Fig. 14 a

Conception shématique de la genèse des ébauches hépato-pancréatiques à trois stades différents chez les vertébrés selon Giroud, Lelièvre. Eléments d'embryologie. Coupes sagittales.

I - Gouttière hépatique
2 - ébauche pancréatique dorsale
3 - ébauche hépatique
4 - ébauche cystique
5 - cholédoque

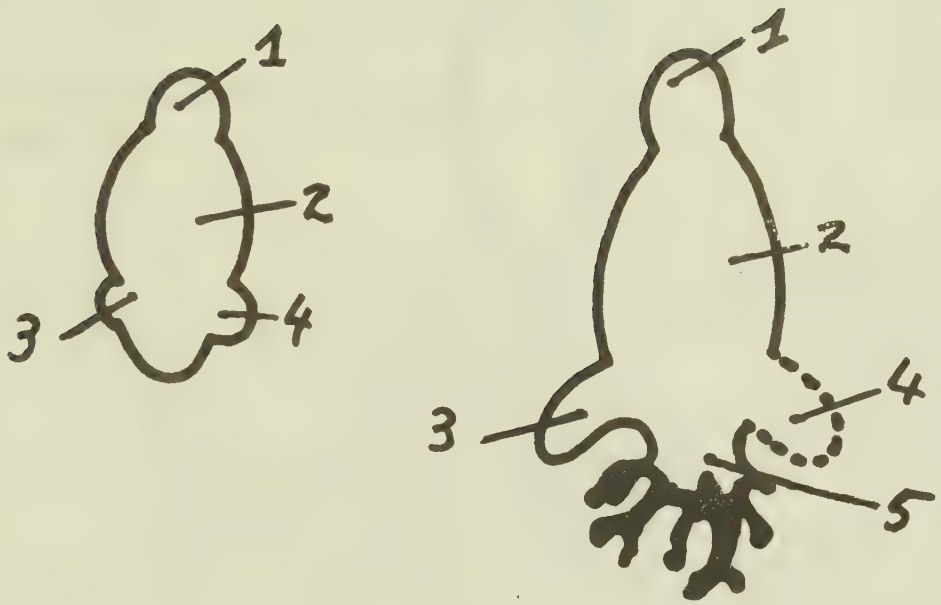


Fig. 14 b

Conception schématique de la genèse des ébauches hépato-pancréatiques à deux stades différents chez les vertébrés, selon Giroud et Lelièvre.
Eléments d'embryologie.
Coupes transversales.

I - ébauche du pancréas dorsal
2 - duodénum
3 - ébauche du pancréas ventral droit
4 - ébauche du pancréas ventral gauche
5 - ébauche hépatique

Fig. 15

Coupe transversale schématique représentant chez les vertébrés la pénétration des végétations cellulaires hépatiques dans les veines vitellines et ombilicales.

Coupe transversale

in Giroud et Lelièvre :Eléments d'embryologie

I - duodenum
2 - ébauche hépatique
3 - veine vitelline
4 - sinusoïdes
5 - veine ombilicale
6 mésenchyme du septum transversum

II - Parallèlement à ces travaux classiques d'autres auteurs ont des conceptions différentes : qu'il s'agisse de l'origine des cellules hépatiques, de la formation des sinusoïdes, des vaisseaux intra-hépatiques ou des voies biliaires. Dans l'ensemble, ils critiquent la théorie classique qui veut appliquer à l'homme l'organogenèse de certaines espèces animales.

1 - Ainsi, GERAUDEL en 1907, envisageait d'une façon différente la genèse du foie : l'ébauche hépatique donne le système biliaire et les cellules hépatiques proviennent du septum-transversum.

Cette théorie se base sur des données anatomo-pathologiques et histologiques.

2-Pour LIPP (1952), ce sont les travées hépatiques de la pars hepatica, qui, en envahissant le septum transversum, vont former un système sinusoïdal communiquant ensuite avec les sinusoïdes venus de la désagrégation des veines omphalo-mésentériques et ombilicales. Ce phénomène est provoqué par la compression de ces veines par la masse parenchymateuse hépatique. Il faut signaler que la zone du septum transversum d'où va naître le premier système sinusoïdal décrit par LIPP est en continuité avec le mésenchyme entourant le sac vitellin : précisement où naissent classiquement les premiers éléments vasculaires.

3 - ELIAS en 1955 et 1957 décrit deux phénomènes concomitant la genèse du foie.

- d'une part, la prolifération active des cellules de la pars hépatica.

- d'autre part, la prolifération active des cellules mésothéliales du septum transversum qui, se multipliant également, vont contourner les veines omphalo-mésentériques et ombilicales. Elles envahissent ensuite la portion dorso latérale du septum transversum. Enfin, elles s'intriquent avec

les cellules de la pars hepatica. Il se forme ainsi une plaque cellulaire d'origine mixte endo et meso dermique. Cette plaque est perforée de lacunes représentant le système sinusoïdal.

Cette théorie n'est valable que pour les mammifères ; ELIAS précise qu'il en est autrement chez les oiseaux, reptiles et sélaciens.

Enfin, il faut signaler que la mise en culture de cellules hépatiques embryonnaires ne donne pas des cellules endodermiques, mais des cellules mésenchymateuses.

Pour ce qui est de la genèse des canaux hépatiques, ELIAS, reprenant les idées de LEWIS 1912 et HAUSE 1939, pense que le système canalaire naît du parenchyme hépatique et migre ensuite vers la pars cystica où il s'aboucherait.

Enfin, il nous faut rappeler l'hypothèse émise par GERAUDEL, en 1907, sur l'origine des vaisseaux intra-hépatiques. Il les fait dériver des veines omphalo-mésentériques et ombilicales.

La veine omphalo-mésentérique gauche donne les veines porte du lobe gauche et la veine sus hépatique gauche.

C'est ainsi que la veine omphalo mésentérique droite donne les veines fortes du lobe droit et la veine sus-hépatique droite.

La veine ombilicale gauche donne la veine du segment IV et la veine sus-hépatique sagittale.

Les systèmes porte et sus-hépatique sont ils des vestiges de la segmentation embryonnaire ou des formations induites par le flux sanguin passant à travers les sinusoïdes hépatiques ? Telle est la question à laquelle nous tenterons de répondre.

CONCEPTIONS ACTUELLES DE LA GENESE DU FOIE HUMAIN

Ce chapître fait de larges emprunts aux ouvrages des auteurs suivants : TOURNEUX, 1898, DUBREUIL 1900, GIROUD et LELIEVRE 1938, HAMILTON 1946, DA COSTA 1948, PATTEN 1954, STARCK 1955, COUINAUD 1957, ROUILLER 1963 et LANGMAN 1965.

La première ébauche hépatique apparaît dans le courant de la troisième semaine, au stade de 7 somites 2m/m. Streeter, par contre la trouve plus tardivement dans l'horizon XI, 13 somites embryon de 2mm5.

Il faut noter que cette ébauche apparaît aussitôt après celle du corps de WOLF.

C'est d'abord un épaississement de la partie juxta-ombilicale de l'intestin antérieur, dû à la prolifération des cellules endodermiques. Cet épaississement se complète d'une invagination au stade de 29 somites, 20ème jour : 4 m/m 5 environ = horizon XIII de STREETER. (fig. 16)

Il s'agit donc d'une gouttière s'étendant du sinus veineux au canal vitellin. Les cellules endodermiques périphériques de ce bourgeon poussent ventralement dans le mésenchyme adjacent : le septum transversum. Ce diverticule, unique d'abord, se divise en deux parties :

- l'une craniale, ou pars hépatica
- l'autre caudale ou pars cystica (fig. 17)

L'ébauche hépatique voit son pédicule d'implantation se rétrécir par croissance différentielle puis, classiquement, s'oblitérer.

La destinée du bourgeon cranial et du bourgeon caudal est différente.

1°- Le bourgeon cranial ou pars hépatica, se développe en direction du système des veines omphalo-mésentériques et ombilicales et ses travées cellulaires colonisent le septum transversum. Certains éléments cellulaires périphériques perdent même contact avec les éléments plus proches de l'endoderme. Stade de 25 somites (3,6 m/m).

Le bourgeon cranial se divise rapidement en deux masses cellulaires, gauche et droite, reliées par un pont cellulaire médian (de BURTLET)

La majorité des auteurs s'accordent à faire dériver les hépatoblastes de ce bourgeon cranial, n'accordant aux mésoblastes du septum transversum, que la formation du tissu conjonctif intra et périglandulaire.

On a vu précédemment qu'il est d'autres interprétations : GERAUDEL, en s'appuyant sur des arguments d'anatomie pathologique, pense que les cellules hépatiques proviennent uniquement des mésoblastes du septum transversum, les cellules endodermiques ne formant alors que le système biliaire hépatique.

Plus proche de nous, ELIAS fait dériver certains hépatoblastes d'une prolifération de l'épithélium coelomique juxta-vitellin. Ils viennent ensuite s'intriquer avec les hépatoblastes d'origine endodermique. Quelle que soit l'hypothèse envisagée, il se forme une masse cellulaire qui s'organise en lobules : (2 chez l'embryon de 7 m/m, 6 chez celui de 11 m/m MALL).

Vers la sixième semaine, après différentiation des hépatoblastes, des canalicules biliaires se forment et se drainent vers l'intestin antérieur

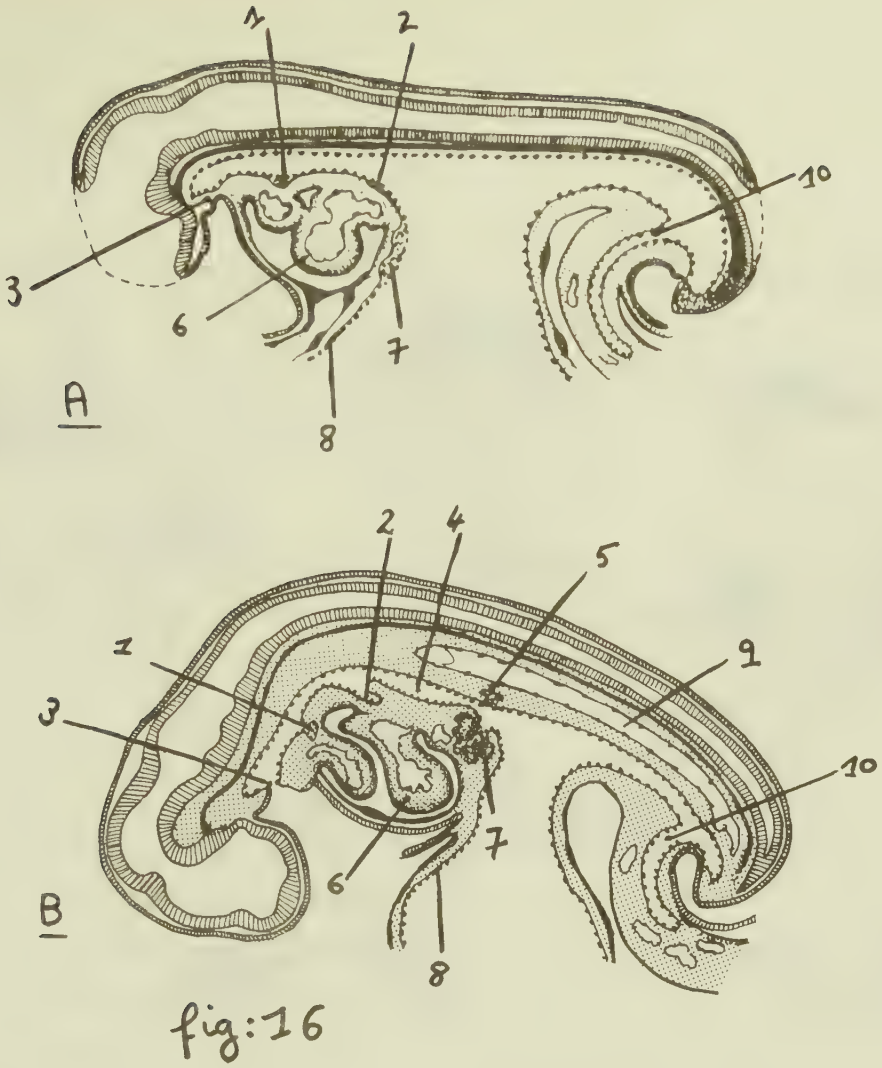


Fig. 16

A - Coupe sagittale d'un embryon humain de 14 somites, âgé de 22 jours environ (d'après la collection 1'embryon HENSER ifg. 50 B)

I - Thyroïde
2 - Ebauche bronchique
3 - stomeodum
4 - estomac
5 - pancréas
6 - coeur
7 - foie
8 - sac vitellin
9 - aorte dorsale
10 - vésicule allantoïdienne

B - Coupe sagittale d'un embryon humain vers la fin du premier mois. (d'après la collection d'embryon de Carnegie, n°6097)

I - Thyroïde
2 - Ebauche bronchique
3 - stomeodum
4 - estomac
5 - pancréas
6 - coeur
7 - foie
8 - sac vitellin
9 - aorte dorsale
10 - vésicule allantoïdienne

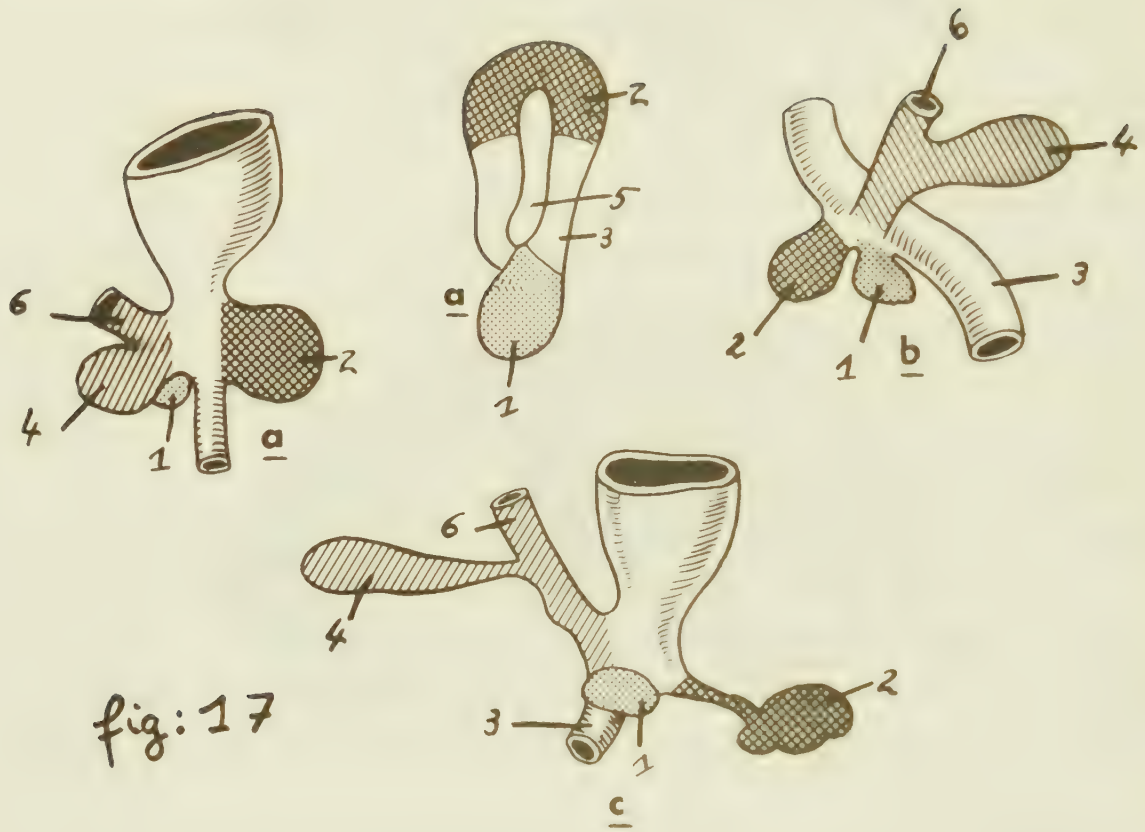


fig: 17

Fig. 17

Développement des voies biliaires et du pancréas
d'après WEISSBERG 1934 (in Embryologie-Starck)

a - embryon humain 5 mm
b - embryon humain 7 mm
(vue postérieure droite)
C - embryon humain 7 mm
(vue antérieure)

I - pancréas ventral
2 - pancréas dorsal
3 - duodenum
4 - vésicule biliaire
5 - lumière duodénale
6 - canaux hépatiques

Remarquer que dès le stade de 5mm, les canaux hépatiques sont représentés avec une lumière.

par l'intermédiaire de canaux formés aux dépens de travées cellulaires restées en contact avec le pied de la pars hépatica. Il s'agit d'un phénomène de vacuolisation. Et les schémas classiques montrent dans l'ensemble, les canaux biliaires gauche et droit, drainant la masse hépatique, et rejoignant la région d'implantation de la pars hepatica sur le duodenum (fig. 17 et 18)

2° - Le bourgeon caudal ou pars cystica , creux à son origine, s'allonge et s'oblitère secondairement. Il est situé sous le pont médian reliant les deux masses cellulaires, gauche et droite (fig. 19). Par un phénomène de vacuolisation (fig. 20), le pied du bourgeon hépatique qui formera le cholédoque, puis la pars cystica se creusent à nouveau. Ainsi, au stade de 6 ou 7 m/m, la voie biliaire et le cholédoque sont faits d'un cordon solide et plein ; au stade de 7 m/m 8m/m, une lumière apparaît dans le cholédoque et progresse vers la partie vésiculaire ; à 14 m/m, seul le fond vésiculaire est encore obstrué. La vésicule biliaire sera définitivement constituée au 3ème mois de la vie embryonnaire. Cependant, NETTEBLAD a constaté sur l'embryon de hamster que l'ébauche vésiculaire était, pendant toute son évolution en communication directe avec la lumière du canal intestinal.

Cette façon de concevoir la genèse des voies biliaires est très anthropomorphique puisqu'elle se calque sur l'anatomie humaine où l'on considère le système biliaire comme formé de voies principales et de voies accessoires.

De récents travaux d'anatomie comparée peuvent faire discuter ce schéma qui ne s'applique pas à tous les mammifères. (Fig. 21)

Et CUQ a pu écrire "au même titre que l'équation canal hépatique + canal cystique = canal cholédoque, les notions voie biliaire principale et voie biliaire accessoire sont à rejeter."

La pars cystica qui formera l'axe cholé-cystique, serait donc l'axe principal des voies biliaires.

Quant aux canaux biliaires, ils se raccordent secondairement à l'axe cholécystique.

Mais pourquoi ne seraient-ils pas des bourgeons nés de cet axe chole-cystique et allant ensuite se ramifier dans le foie ?

Les constatations faites sur nos reconstructions le suggèrent.

L'étude de la genèse des éléments vasculaires du foie

demande une mise en place des vaisseaux extra et intra embryonnaires et un rappel de la genèse des éléments sanguins.

I - Les premières cellules sanguines, les angioblastes, apparaissent vers le milieu de la 3ème semaine.

Elles naissent :

- du mésenchyme extra-embryonnaire péri-vitellin pour les vaisseaux vitellins
- du chorion pour les vaisseaux allantoidiens (ou ombilicaux)
- du mésenchyme intra-embryonnaire pour les vaisseaux intra-embryonnaires.

Pendant longtemps, on a cru que les vaisseaux vitellins étaient les premiers formés. Il semble, au contraire, que la différenciation des mésoblastes en angioblastes soit contemporaine aussi bien dans le mésenchyme extra-embryonnaire qu'intra-embryonnaire.

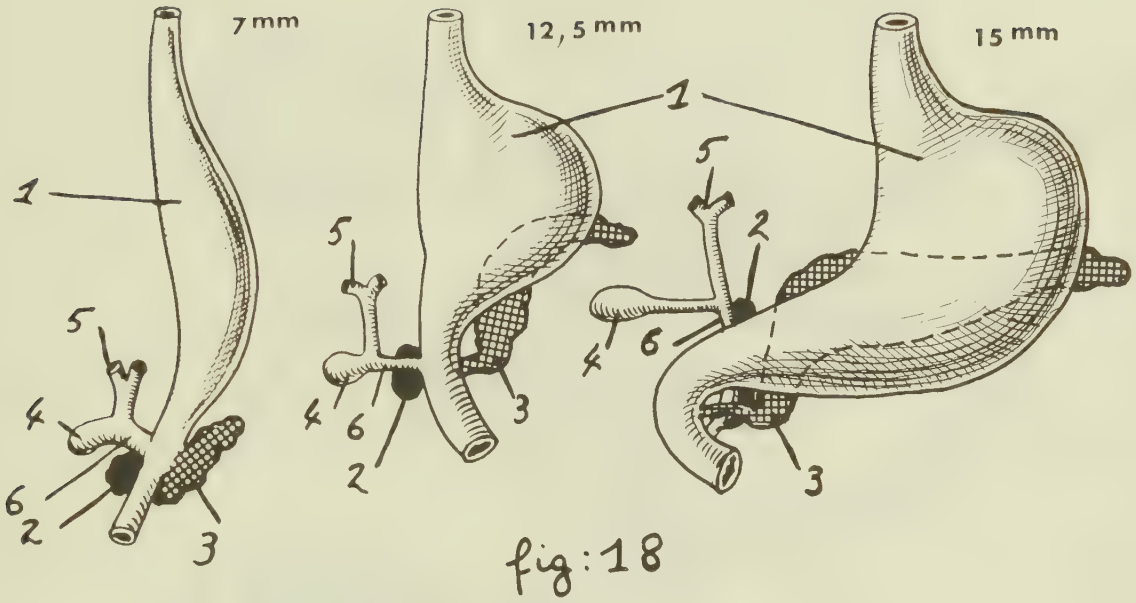


Fig. 18

Schéma fait d'après des reconstructions d'embryons humains et montrant le développement de l'estomac, du pancréas dorsal et ventral, de la vésicule biliaire et des canaux hépatiques (Hamilton Boyd, Mossman, human embryology) Noter que les canaux hépatiques sont représentés avec leur bifurcation dès le stade de 7 mm.

I - estomac
2 - pancréas ventral
3 - pancréas dorsal
4 - vésicule biliaire
5 - canaux hépatiques
6 - canal hépatique commun

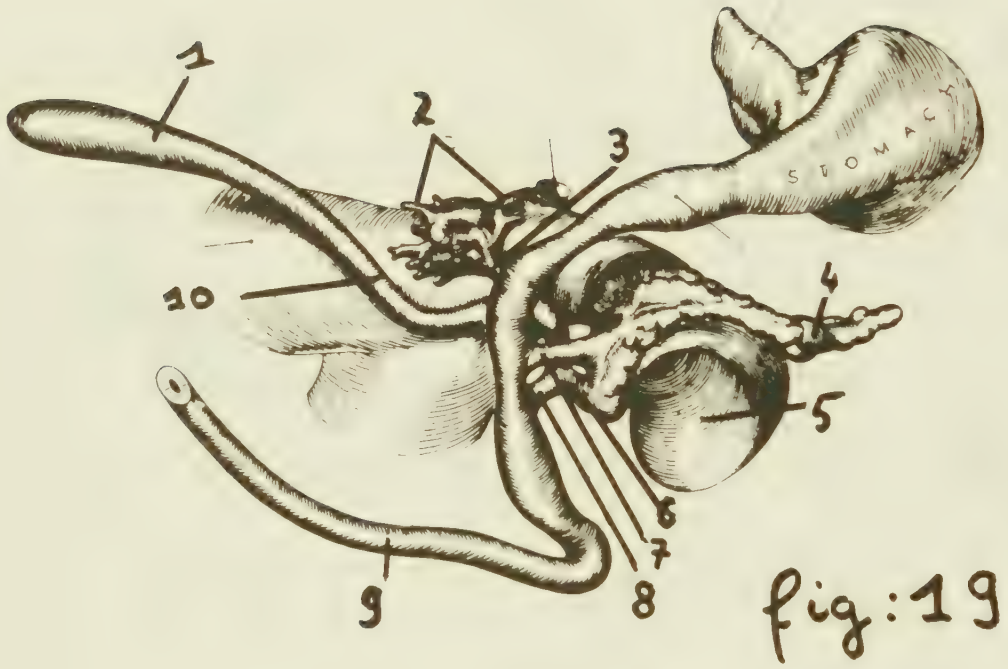


Fig. 19

Développement des voies biliaires chez l'homme, dans l'horizon XVII, d'après Heard (41 à 43 jours, de 11 à 14mm5)

I - vésicule biliaire
2 - canaux biliaires
3 - canal hépatique
4 - pancréas dorsal
5 - veine porte
6 - canal pancréatique ventral
7 - canal pancréatique dorsal
8 - canal biliaire commun
9 - intestin
10 - canal cystique

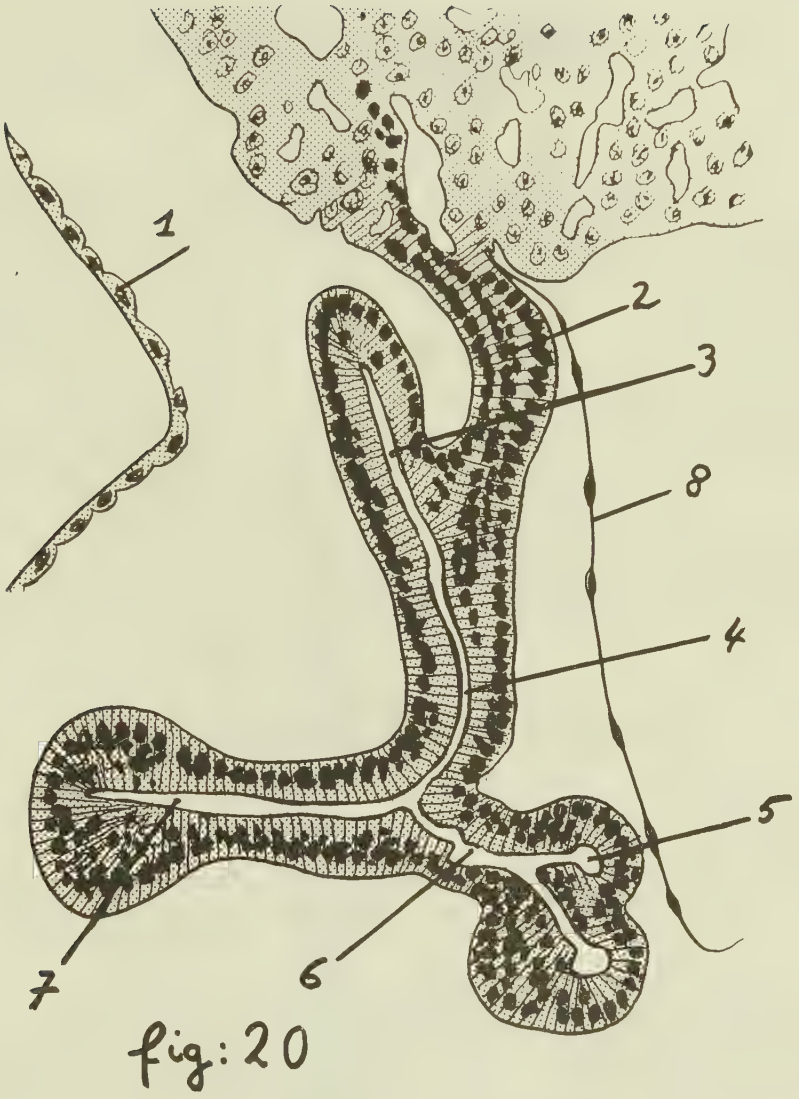


Fig.20

Schéma du développement des canaux hépatiques à partir des travées cellulaires reliant la masse hépatique au duodenum chez un embryon humain de 8 mm (Streeter).

I - mesothelium péritonéal
2 - canaux hépatiques
3 - canal cystique
4 - canal biliaire commun
5 - pancréas ventral
6 - canal pancréatique ventral
7 - duodenum
8 - endothelium de la veine porte

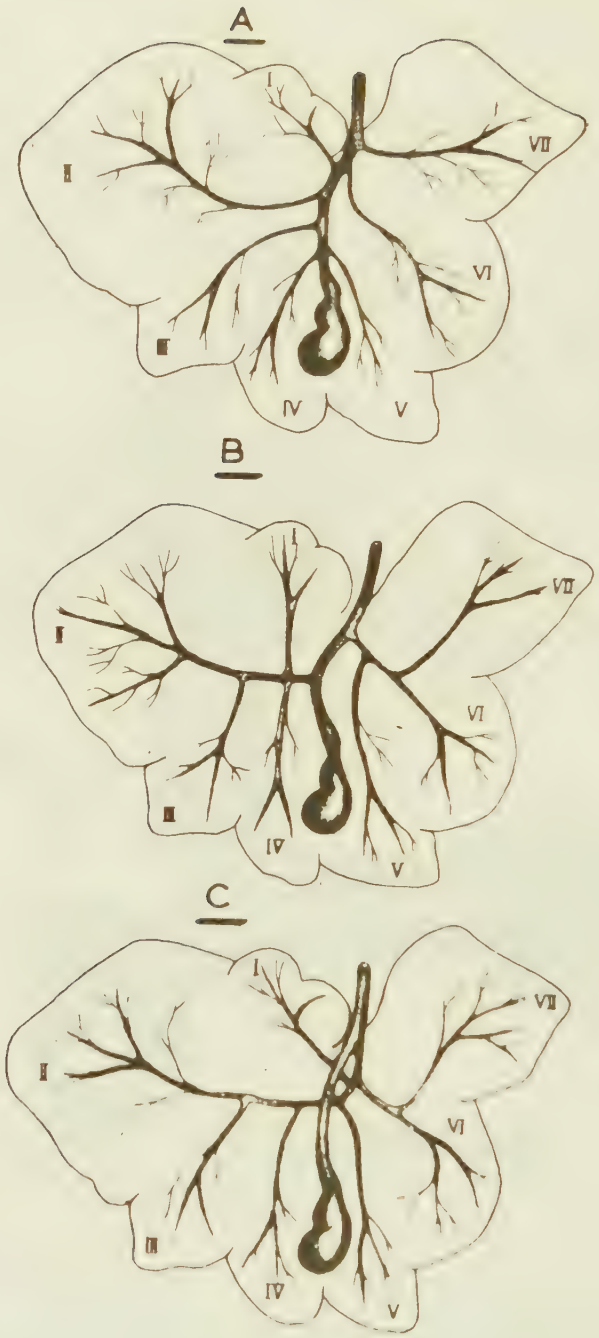


Fig. 2I

Les étapes de la concentration
des voies biliaires chez les
vertébrés 'd'après Cuq).

A - variation du type modal chez le chien
B - concentration en deux systèmes droit
et gauche (Félidés, Renard)
C - Formation du canal hépatique (Mustelidés)

Il n'est donc pas impossible que le septum transversum, qui représente une partie du mésenchyme intra-embryonnaire soit également le siège d'une différenciation angioblastique.

Ainsi, se trouverait formé in situ un système sinusoidal. Il serait envahi par la croissance des cellules de la pars hepatica et secondairement, cet ensemble communiquerait avec les veines vitellines et ombilicales comprimées et désagrégées par la masse hépatique. Néanmoins, la majorité des auteurs font dériver le système sinusoidal hépatique des veines vitellines et ombilicales lorsqu'elles traversent le septum transversum et qu'elles sont dilacérées par les cordons cellulaires hépatiques (fig. 22).

II - Schématisons, maintenant, les veines extra et intra-embryonnaires :

1°- Veines d'origine extra-embryonnaire

Les éléments veineux vitellins pénètrent dans l'embryon au sommet de l'anse vitelline et se jettent ensuite dans le sinus veineux après avoir traversé le septum transversum.

Les veines ombilicales pénètrent dans l'embryon plus caudalement que les veines vitellines ; elles s'anastomosent avec les veines pariétales embryonnaires au pied de l'anse vitelline (horizon XIII de Streeter) puis s'ouvrent dans le sinus veineux en dehors des veines vitellines.

2°- Les veines d'origine intra-embryonnaire : cardinales antérieures et postérieures, se rejoignent et forment les canaux de Cuvier gauche et droit, qui se jettent dans le sinus veineux.

Les veines extra-embryonnaires subissent des modifications dans leur portion intra-embryonnaire (fig. 23)

Fig. 22

Développement des vaisseaux hépatiques dans l'horizon XIII d'après Streeter.

I - veine cardinale postérieure gauche
I bis - veine cardinale antérieure gauche
2 - veine cardinale postérieure droite
2 bis - veine cardinale antérieure droite
3 - oesophage
4 - bourgeon bronchique
5 - sinus veineux
6 - veine ombilicale droite
7 - veine ombilicale gauche
8 - vésicule biliaire
9 - veine vitelline droite
10 - veine vitelline gauche
11 - artère vitelline
12 - intestin
13 - canal vitellin
14 - anastomose vitelline supérieure
15 - anastomose vitelline moyenne
16 - anastomose vitelline inférieure
17 - canaux hépatiques

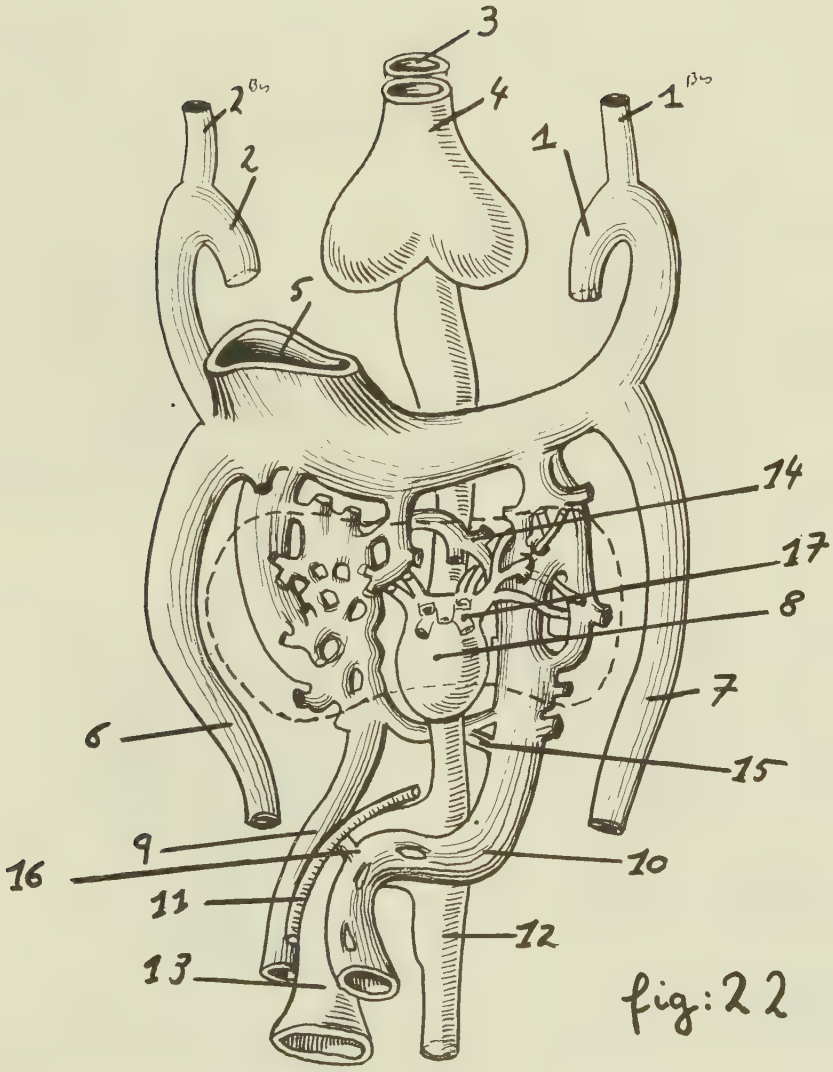
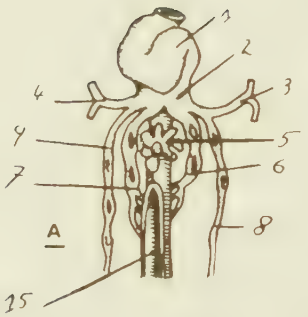
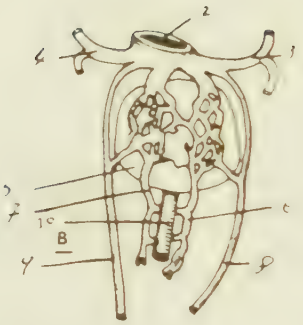
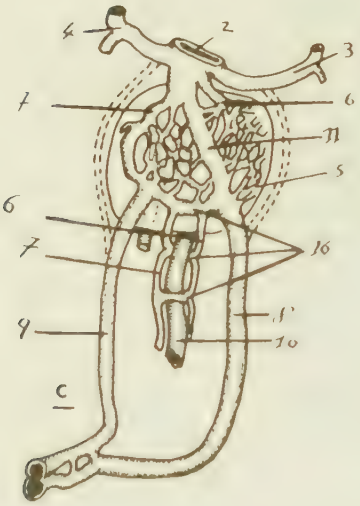


fig: 22


A
15


B


C

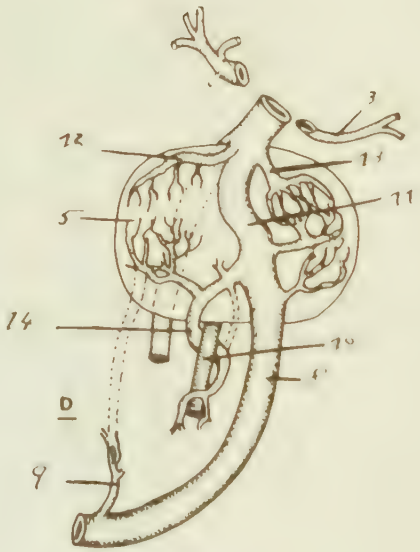

D

Fig. 23

Développement des vaisseaux du foie. Etude faite sur l'embryon de porc de 3 à 20 mm.

(d'après Patten, Human embryology)
la fusion des veines ombilicales au pied de l'ombilic apparaît ici au stade de 8-9 mm.

I - coeur
2 - sinus veineux
3 - canal de Cuvier gauche
4 - canal de Cuvier droit
5 - foie
6 - veine omphalo-mésentérique gauche
7 - veine omphalo-mésentérique droite
8 - veine ombilicale gauche
9 - veine ombilicale droite
10 - intestin
11 - canal d'Arantius
12 - veine sus-hépatique droite
13 - veine sus-hépatique gauche
14 - veine porte
15 - sac vitellin
16 - 3 anastomoses inter-vitellines

A - embryon de porc 3 à 4 mm dont le développement est comparable à celui d'un embryon humain de 4 semaines

B - embryon de porc de 6 mm dont le développement est comparable à celui d'un embryon humain de 5 semaines

C - embryon de porc de 8-9 mm dont le développement est comparable à celui d'un embryon humain de 6 semaines

D - embryon de porc de 20 mm dont le développement est comparable à celui d'un embryon humain de 7 semaines.

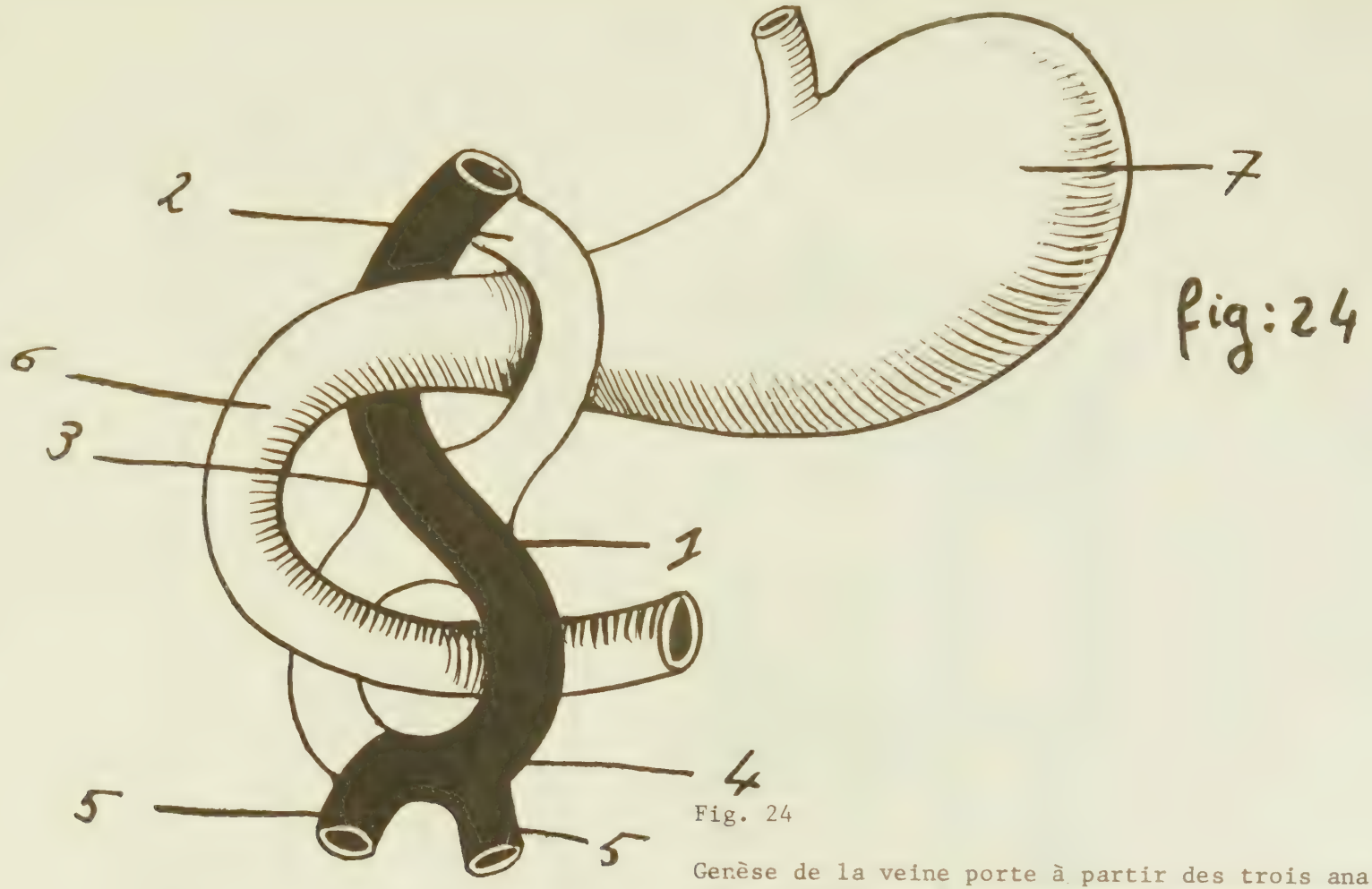


Fig:24

Fig. 24

Genèse de la veine porte à partir des trois anastomoses inter-vitellines d'après Starck (in Embryology)

I - veine porte
2 - anastomose ventrale supérieure
3 - anastomose dorsale moyenne
4 - anastomose ventrale inférieure
5 - veine omphalo-mésentérique
6 - duodenum
7 - estomac

1 - La veine ombilicale droite disparait presque entièrement.

2 - La veine ombilicale gauche s'anastomose dans son segment pré-hépatique avec la branche gauche de la veine omphalo-mésentérique ; puis, à la partie hépatique de la veine cave inférieure par le canal d'Arantius, la partie craniale de la veine ombilicale gauche devient le sinus coronaire.

3 - Il s'établit (HISS) entre les veines vitellines trois anastomoses, deux retro-digestives, une pré-digestive.

- la supérieure ou craniale est intra-hépatique
- la moyenne et l'inférieure ou caudale sont sous-hépatiques.

AInsi, sont formés deux anneaux veineux ; la partie gauche de l'anneau cranial et la partie droite de l'anneau caudal disparaissent. Il ne reste plus que la future veine porte qui s'enroule autour du duodenum (fig. 24)

La partie intra hépatique de la veine vitelline droite donne la branche droite de la veine porte, et la veine sus-hépatique droite. Il en serait de même à gauche.

La partie terminale de la veine vitelline droite, au canal hépato-cardiaque droit deviendra la partie sus-hépatique de la veine cave inférieure

De ce canal hépato-cardiaque naîtrait un bourgeon qui se dirigerait caudalement et dorsalement vers le meso-latéral de BROMAN qui unit le foie à la région dorsale de l'embryon.

Ce bourgeon entrainerait des travées cellulaires hépatiques qui vont former le lobe de Spiegel.

Enfin, ce bourgeon va s'anastomoser avec la veine sub-cardinale droite donnant ainsi la partie retro-hépatique de la veine cave inférieure. On devrait plutot dire intra-hépatique car, si elle l'est parfois chez l'adulte, elle l'est constamment chez l'embryon.

L'ensemble de cette évolution tend donc à faire provenir les vaisseaux hépatiques afférents et efférents des vestiges des veines vitellines et ombilicales.

ETUDE DE LA PREMIERE RECONSTRUCTION FAITE

A PARTIR DE L'EMBRYON n°I (Horizon XVI de Streeter)

Cette pièce représente au grossissement 400,

- dans sa partie caudale, l'anse ombilicale et ses vaisseaux.
- dans sa partie craniale, le système vasculaire intra-hépatique et sa terminaison dans le sinus veineux (fig.25, 26, 27).

- dans la partie dorsale de la reconstruction se trouvent : l'aorte, les veines cardinales postérieures dont la partie craniale se recourbe ventralemant et se jettent dans les canaux de Cuvier gauche et droit ; on trouve également une ébauche vasculaire borgne, future veine sub-cardinale (fig. 28).

Nous décrirons successivement l'anse ombilicale, la formation des veines afférentes hépatiques, leurs ramifications intra-hépatiques, le système veineux hépatique efférent, les veines d'origine intra-embryonnaire, l'estomac, le duodenum et les voies biliaires.

I - A ce stade du développement embryonnaire, l'anse ombilicale a encore une disposition primitive (fig. 29)

a) elle est formée de deux branches : afférente et efférente réunies au sommet. Elle se prolonge par le canal vitellin ; il est extériorisé dans le cordon ombilical à l'intérieur du coelome extra-embryonnaire ; Notons cependant, qu'autour de cet axe, l'anse a déjà commencé sa rotation ; à ce stade elle est de 90°. La racine du meso est dans un plan

sagittal, tandis que le sommet de l'anse est dans un plan transversal. Au sommet de l'anse, la branche afférente est située à droite de la branche efférente.

Dans l'ensemble, l'anse et son meso sont très obliques et forment avec un plan transversal, un angle d'environ 45°, ouvert en haut et en arrière.

Le calibre de la branche afférente est un peu supérieur à celui de l'efférente ou le bourgeon coecal n'est guère marqué que par un léger renflement sans excroissance nette.

b) Des vaisseaux cheminent dans l'épaisseur du méso de l'anse ombilicale : (fig. 30)

1- une artère naît de la face ventrale de l'aorte qui est impaire et médiane à ce niveau ; cette artère pénètre dans le méso. Elle y chemine à la partie moyenne, à égale distance des deux branches de l'anse.

Elle diminue rapidement de volume sans donner de branche susceptible d'être reconstruite même au grossissement 400.

Sa paroi a les caractéristiques des structures artérielles embryonnaires.

Il faut noter qu'elle n'atteint pas le sommet de l'anse dont elle reste à une assez grande distance.

Elle se termine par un bourgeon plein, dont la grosseur diminue rapidement : c'est la future artère mésentérique supérieure.

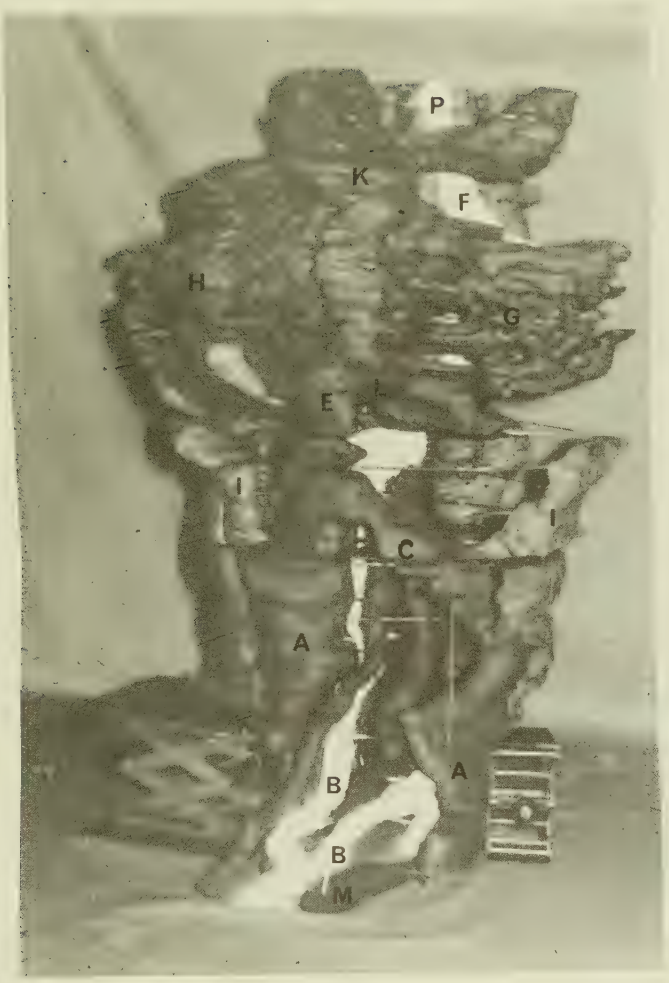


Fig. 25

Vue antérieure de l'ensemble de la reconstruction
de l'embryon humain de 10 mm (n°I)

A - veine ombilicale
B - anse ombilicale
C - anastomose inter-ombilicale
D - vésicule biliaire
E - tronc ombilical
F - estomac
G - foie gauche
H - foie droit
I - veines latérales de l'embryon
J - veines cardinales postérieures
K - sinus reuniens de Hiss
L - anastomose vitello-mésentérique

Fig. 26

Vue latérale gauche de l'ensemble de la reconstruction de l'embryon humain de 10 mm (n°I)

M - artère ombilicale
N - veine sub cardinale
O - aorte
P - oesophage

Fig. 27

Vue latérale droite de l'ensemble de la reconstruction
de l'embryon humain de 10 mm (n°1)

A - veine ombilicale
B - anse ombilicale
C - anastomose inter ombilicale
D - vésicule biliaire
E - tronc ombilicale
F - estomac
G - foie gauche
H - foie droit
I - veines latérales de l'embryon
J - veines cardinales postérieures
K - sinus réuniens de Hiss
L - anastomose vitello-mésentérique
M - artère ombilicale
N - veine sub cardinale
O - aorte
P - oesophage

Fig.28

Vue antero supérieure de la partie hépatique de la reconstruction de l'embryon humain de 10mm (n°1)

A - oesophage
B - veine cardinale postérieure gauche
C - veine cardinale postérieure droite
D - vestige de la veine ombilicale droite
E - sinus reuniens de Hiss
F - sinus veineux
G - canal de Cuvier gauche
H - canal de Cuvier droit
I - aorte
J - veine sub-cardinale

Fig. 29

Vue antérieure de l'anse ombilicale de l'embryon humain de 10 mm - (n°1)

A - veine ombilicale gauche
B - veine ombilicale droite
C - veine vitelline
D - anse afférente
E - anse efférente
F - canal vitellin
G - veine mésentérique supérieure
H - artère mésentérique supérieure
I - anastomose inter ombilicale
J - tronc ombilical
K - veine latérale de l'embryon
L - tronc vitello mésentérique

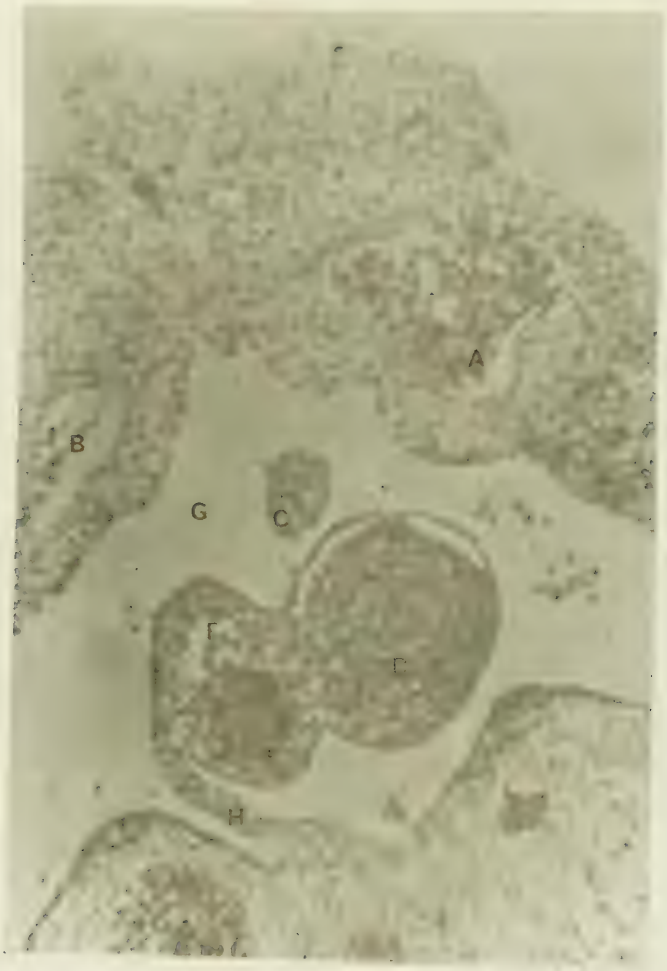


Fig.30

Partie ventrale d'une coupe transversale de l'embryon humain de 10 mm, montrant l'anse ombilicale, les veines ombilicales et la veine vitelline.

A - veine ombilicale droite
B - veine ombilicale gauche
C - veine vitelline
D - anse afférente
E - artère mésentérique supérieure
F - veine mésentérique supérieure
G - coelome intra embryonnaire
H - mésentère

2 - Une veine accompagne cette artère. Elle se forme dans l'épaisseur du meso de l'anse ombilicale, à la hauteur ou se termine l'artère mésentérique supérieure. L'endothelium qui la tapisse est discontinu.

Cette veine est sinusale, lacunaire, surtout dans sa partie initiale.

Elle se place sur le flanc antero gauche de l'artère.

Son origine se fait donc à distance du sommet de l'anse ombilicale ; et la partie distale du meso apparaît avasculaire : il n'y a aucun élément sanguin au sommet du meso de l'anse ombilicale .

c) Un autre élément vasculaire a attiré notre attention.

Il se trouve dans le cordon ombilical en avant et à droite du cordon plein qui fait suite au sommet de l'anse ombilicale. Il est, comme le canal vitellin, libre dans le coelome extra-embryonnaire (fig. 31)

Sa structure est également très particulière, sa paroi est épaisse, sa lumière centrale est très réduite et bordée de cellules très tassées les unes contre les autres et assez volumineuses.

La paroi est faite de cellules disposées de façon anarchique en plusieurs couches ne rappelant que de loin la structure déjà plus organisée d'une artère embryonnaire d'origine aortique. Cependant, ce vaisseau, à paroi épaisse, évoque plus une structure artérielle que veineuse. Il pénètre dans le coelome intra-embryonnaire à droite du canal vitellin puis monte, en avant et à gauche de la branche intestinale afférente : il reste indépendant du meso dans la majeure partie de son trajet et ce n'est qu'assez près du pied de l'anse ombilicale qu'on le voit se rapprocher de l'anse intestinale et pénétrer le meso par sa face gauche.

Ce vaisseau représente la veine vitelline droite. Il s'ouvre dans la veine mésentérique supérieure.

Nous appelerons veine vitello mésentérique le tronc formé par la réunion de la veine mésentérique supérieure et de la veine vitelline.Ce terme est plus précis que celui d'omphalo-mésentérique employé habituellement puisque dans le cordon ombilical il y a deux sortes de veines : les veines vitellines et les veines ombilicales.

Ainsi, chez cet embryon humain, XVI de l'horizon de Streeter, la veine mésen-supérieure paraît totalement indépendante de la veine vitelline qui se présente à ce stade comme un affluent de la veine mésentérique supérieure.

d) Au dessus de ce confluent, le tronc vitello-mésentérique reçoit par son bord gauche, une branche, probablement splénique.

La veine "porte" vitello mésentérique, enfin formée, pénètre dans l'ébauche hépatique par sa face inférieure.

e) Dans la paroi du cordon ombilical, il existe deux veines ombilicales, gauche et droite. Elles s'anastomosent, au pied du cordon, avec les veines homologues de la paroi embryonnaire ; leurs destinées diffèrent ensuite (fig. 32, 33, 34).

La veine ombilicale droite continue son trajet vertical.

La veine ombilicale gauche semble arrêter son trajet à ce niveau. Il existe une anastomose transversale entre la terminaison de la veine ombilicale gauche et la veine ombilicale droite qui reçoit donc le sang ombilical gauche.

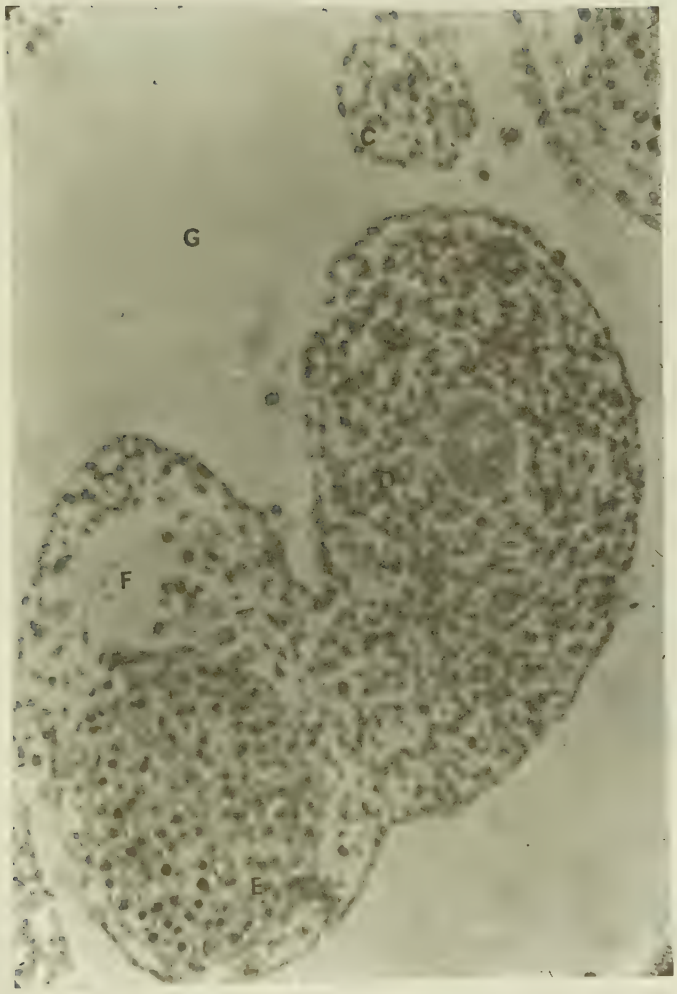


Fig. 31

Partie agrandie de la figure 30 montrant l'anse ombilicale.

C - veine vitelline
D - anse afférente
E - artère mésentérique supérieure
F - veine mésentérique supérieure
G - coelome intra-embryonnaire

Fig.32

Vue antérieure de la reconstruction de l'embryon humain de 10 mm (n°1)

- noter l'anastomose transversale inter-ombilicale
- la direction de la veine ombilicale droite
- l'arrêt de la veine ombilicale gauche dont le sang se draine vers la veine ombilicale droite et vers les veines pariétales gauches de l'embryon
- noter également que le tronc ombilical est bien dans le prolongement de la veine ombilicale droite

A - veine ombilicale droite
B - veine ombilicale gauche
C - anastomose inter-ombilicale
D - tronc ombilical
E - sinus veineux
F - partie terminale de la veine ombilicale gauche

Fig. 33

Coupe transversale de l'embryon humain de 10 mm
montrant l'anse ombilicale et la réunion de la
veine ombilicale droite avec l'anastomose intérombilicale.

A - réunion de la veine ombilicale droite avec
l'anastomose interombilicale
B - coelome intra embryonnaire
C - anse afférente
D - artère mésentérique supérieure
E - tronc ombilico-vitellin
F - aorte

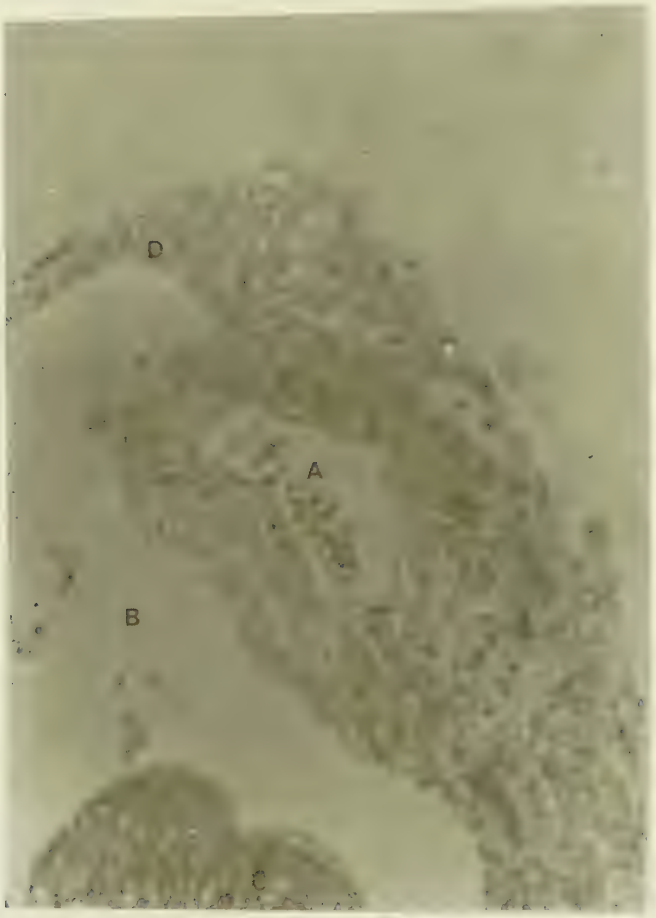


Fig. 34

Région ventrale de la photo précédente à un plus fort grossissement

A - réunion de la veine ombilicale droite avec l'anastomose interombilicale
B - coelome intra embryonnaire
C - anse afférente
D - paroi embryonnaire

Le tronc ombilical ainnsi formé, paraît provenir de la veine ombilicale droite. Arrivé au bord antérieur du foie, à gauche de la vésicule biliaire, ce tronc ombilical donne une branche anastomatique avec la branche gauche de la veine porte vitello-mésentérique et monte ensuite bien individualisée dans la région antérieure du parenchyme hépatique (fg. 35,36,37).

Au dessus du foie, le tronc ombilical reçoit les veines sus-hépatiques formant alors le sinus reuniens de Hiss. Il se jette avec les veines cardinales, dans la partie droite du sinus veineux.

f) La partie gauche du sinus veineux reçoit avec les veines cardinales gauches, le reliquat de la partie distale de la veine ombilicale gauche dont la partie pré-hépatique a disparu à ce stade.

Ce reliquat est en partie inclus dans la paroi du coeur, il formera le futur sinus coronaire.

II - Le système des veines afférentes hépatiques est constitué à ce stade, d'une veine porte vitello-mésentérique et d'un tronc ombilical.

- La veine porte vitello-mésentérique se divise en deux branches, gauche et droite, à la face inférieure du foie.

- la droite se ramifie en deux branches, ventrale et dorsale, qui, rapidement, se résolvent en un système sinusoïdal sans qu'il soit possible de mettre en évidence des branches plus importantes.

- la gauche se divise en deux branches, l'une ventrale qui s'anastomose avec le tronc ombilical, l'autre latérale qui se ramifie en deux branches.

Il existe donc une différence d'organisation entre les vaisseaux du foie gauche déjà ébauchés, et le foie droit encore sinusoïdal.

Néanmoins le parenchyme hépatique se présente, dans son ensemble, et à ce stade, comme un système sinusoïdal formé de lacs veineux communiquant largement entre eux et avec les deux branches de la veine porte vitello mésentérique.

- la veine ombilicale monte dans la région antérieure du foie, partiellement englobée par les cellules hépatiques, mais possédant toujours une lumière propre, et nous avons vu précédemment sa destinée. La partie supérieure du foie garde la même structure, cependant le nombre des sinusoïdes est moindre à gauche qu'à droite bien que le volume hépatique paraisse égal.

III - Le système veineux hépatique efférent (fig. 38) est formé de quatre veines, une gauche, une droite, une médiane et une postérieure. Elles s'abouchent ensemble à la face postérieure et latérale de la partie haute du tronc ombilical, formant ainsi le sinus reuniens décrit par His. Il se jette ensuite dans la partie droite du sinus veineux. (fig.39)

Les veines efférentes hépatiques, gauche et droite, sont nettement intra-parenchymateuses sans continuité avec les branches de la veine porte vitello-mésentérique. La veine efférente médiane est dans le prolongement de la veine porte vitello-mésentérique. Elle représente le shunt le plus direct du sang vitello-mésentérique. La veine postérieure est plus déliée. Elle s'isole plus vite des sinusoïdes hépatiques. Elle draine le futur lobe de Spiegel et possède déjà un trajet juxta hepatique dans sa partie craniale.

Ce segment représente le futur segment intra hépatique de la veine cave inférieure. C'est un sinusoïde dilaté plus qu'un bourgeon descendant vers la région dorsale de l'embryon à la rencontre de la veine sub-cardinale

Fig. 35

Coupe transversale de l'embryon humain de 10 mm, montrant l'anastomose entre le tronc ombilical et la branche gauche de la veine porte (vitello-mésentérique).

A - cavité péricardique
B - foie gauche
C - foie droit
D - tronc ombilical
E - anastomose ombilico-vitelline
F - branche gauche de la veine porte
G - branche droite de la veine porte
H - lobe de Spiegel
I - estomac
J - vésicule biliaire

Fig. 36

Photo précédente à un plus fort grossissement

A - cavité péricardique
B - foie gauche
C - foie droit
D - tronc ombilical
E - anastomose ombilico-vitelline
F - branche gauche de la veine porte
G - branche droite de la veine porte
H - lobe de Spiegel
I - estomac
J - vésicule biliaire

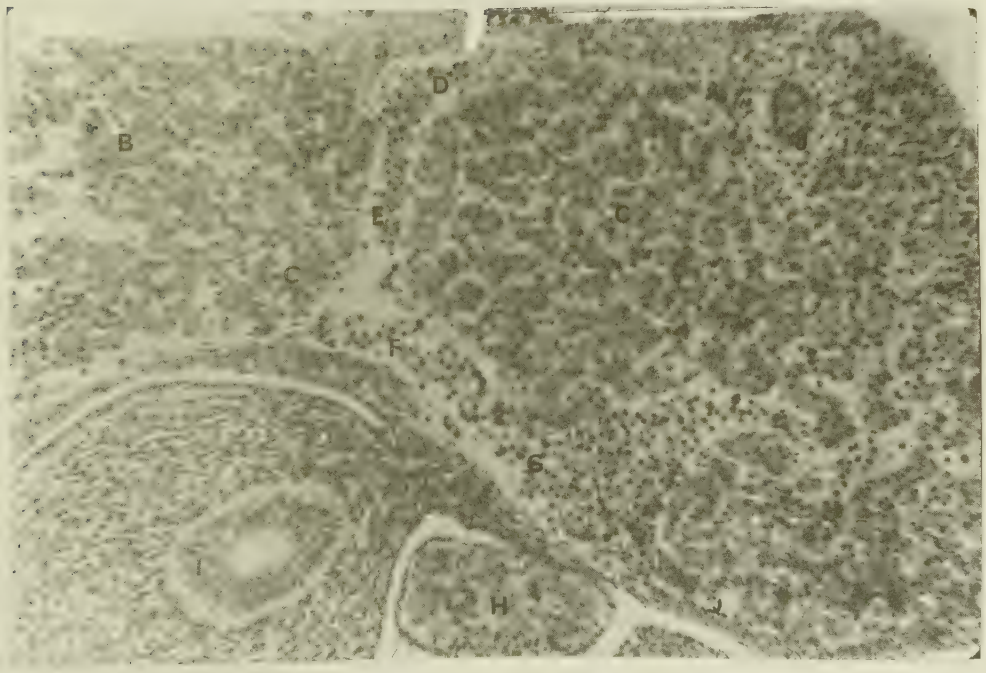


Fig. 37

Coupe transversale de l'embryon humain de 10 mm (n°1)
montrant le tronc ombilical dans la partie ventrale du foie.

A - masse compacte des sinusoïdes hépatiques
B - veine ombilicale dans la partie ventrale
du foie
C - estomac
D - veines hépatiques efférentes

Fig. 38

Coupe transversale de l'embryon humain de 10 mm (n°1) montrant la réunion des veines hépatiques efférentes et du tronc ombilical.

A - tronc ombilical
B - veine efférente hépatique gauche
C - veine efférente hépatique droite
D - veine efférente hépatique postérieure
E - coeur
F - estomac
G - veine sub-cardinale

Fig. 39

Vue antérieure de la partie hépatique de la reconstruction de l'embryon humain de 10 mm (n°1)

A - veine efférentehépatique gauche
B - veine efférente hépatique droite
C - tronc ombilical
D - sinus reuniens de Hiss
E - vésicule biliaire
F - oesophage
G - canal de Cuvier gauche
H - canal de Cuvier droit

droite. Nous n'avons pas trouvé de communication entre l'élément veineux postérieur et la veine sub cardinale droite mais seulement contiguité par l'intermédiaire du futur meso hépatocave.

IV - A côté des veines d'origine extra-embryonnaire, nous avons reconstruit des vaisseaux d'origine intra embryonnaire. Ce sont les deux veines cardinales postérieures. Après être montées latero-aortique, elles se recourbent ventralement à la hauteur du coeur. Elles se jettent dans les canaux de Cuvier. Il existe également une veine sub-cardinale pré-aortique. Elle se présente comme un bourgeon vasculaire aux extrémités borgnes, sans anastomose ni avec les veines cardinales postérieures, ni avec le segment intra-hépatique de la veine cave inférieure.

Le sinus veineux reçoit également par sa partie gauche une veine de courte longueur. Elle représente la partie terminale de la veine ombilicale gauche, et son trajet est déjà partiellement englobé dans la paroi cardiaque.

De chaque côté de la reconstruction, il existe des lacs veineux inclus dans les parois latérales de l'embryon. Ils communiquent en avant et au pied de l'ombilic, avec les veines ombilicales et en arrière avec les veines cardinales postérieures.

Nous n'avons pas retrouvé d'artère à destinée hépatique. Il existe une ébauche de voie biliaire limitée chez cet embryon à la vésicule biliaire déjà bien développée et reliée au duodénum par un canal cystique. Nous n'avons pas retrouvé de canaux hépatiques, ni d'éléments cellulaires réunissant le canal cystique à la masse hépatique. On ne peut donc parler de cholédoque mais d'axe cholé-cystique.

- L'anse duodénale bien que verticale est légèrement concave à gauche, et la veine porte vitello-mésentérique la croise par son bord gauche et d'avant en arrière.

- L'estomac a déjà commencé sa rotation et présente une face antérieure et une face postérieure. Ses bords sont concaves à droite, mais son bord gauche est plus développé que son bord droit.

En résumé, le système vasculaire afférent et efférent du foie est composé d'une part de la veine porte vitello-mésentérique drainant le sang vitellin et mésentérique, et d'autre part d'un tronc ombilical. Ils drainent le sang extra-embryonnaire vers le sinus veineux ; il existe déjà une anastomose entre la branche gauche de la veine porte vitello-mésentérique et le tronc ombilical. Ce tronc commence déjà à être envahie par les cordons cellulaires hépatiques.

Le foie est formé de sinusoïdes sans qu'il soit possible de trouver une ébauche de systématisation. Cependant, les vaisseaux afférents du foie gauche sont ébauchés alors que le foie droit est encore à l'état sinusoïdal (fig. 40-41).

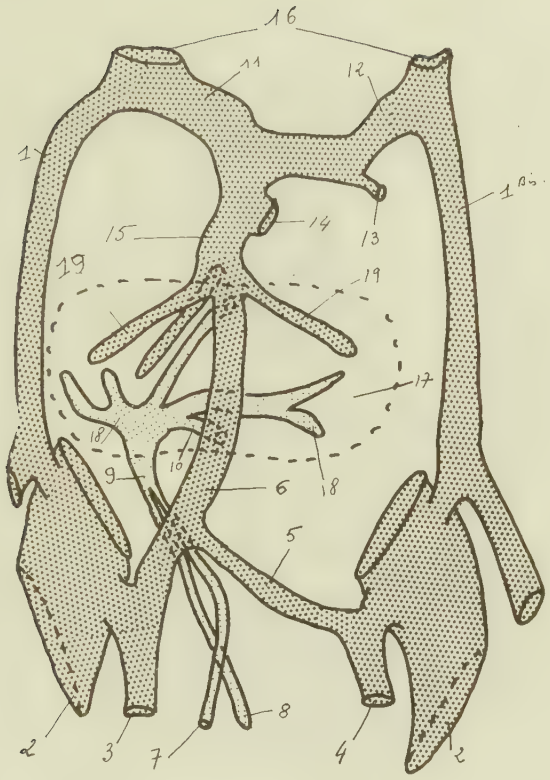


Fig. 40

Vue antérieure schématique de l'ensemble de la reconstruction de l'embryon humain 10mm (N°1)

I - veine cardinale postérieure droite
I bis - veine cardinale postérieure gauche
2 - veine pariétale embryonnaire
3 - veine ombilicale droite
4 - veine ombilicale gauche
5 - anastomose interombilicale
6 - tronc ombilical
7 - veine vitelline
8 - veine mésentérique supérieure
9 - tronc vitello mésentérique
10 - anastomose ombilico-vitelline
11 - canal de Cuvier droit
12 - canal de Cuvier gauche
13 - partie craniale de la veine ombilicale gauche
14 - sinus veineux
15 - canal hépato-cardiaque
16 - veines cardinales antérieures
17 - foie
18 - veines hépatiques afférentes
19 - veines hépatiques efférentes

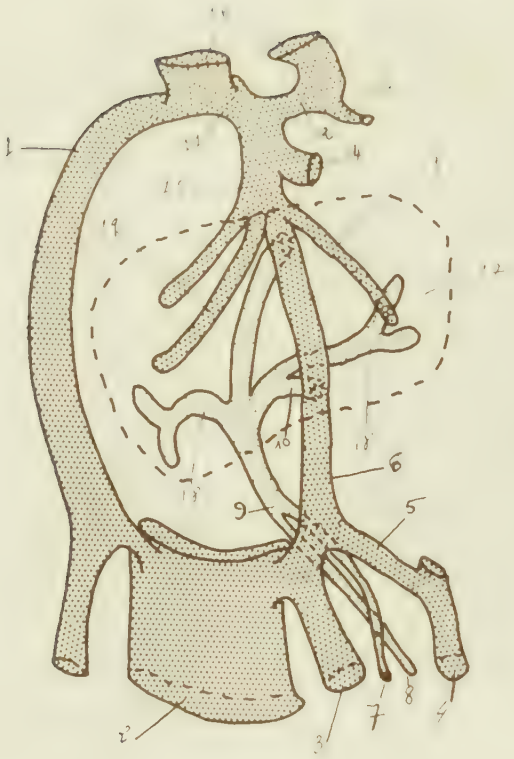


Fig. 41

Vue latérale droite schématique de l'ensemble de la reconstruction de l'embryon humain 10mm (n°1)

I - veine cardinale postérieure droite
I bis - veine cardinale postérieure gauche
2 - veine pariétale embryonnaire
3 - veine ombilicale droite
4 - veine ombilicale gauche
5 - anastomose interombilicale
6 - tronc ombilical
7 - veine vitelline
8 - veine mésentérique supérieure
9 - tronc vitello-mésentérique
10 - anastomose ombilico-vitelline
11 - canal de Cuvier droit
12 - canal de Cuvier gauche
13 - partie craniale de la veine ombilicale gauche
14 - sinus veineux
15 - canal hépato-cardiaque
16 - veines cardinales antérieures
17 - foie
18 - veines hépatiques afférentes
19 - veines hépatiques efférentes

ETUDE DE LA DEUXIEME RECONSTRUCTION FAITE

A PARTIR DE L'EMBRYON n°2 (Horizon XIX de Streeter)

Cette pièce représente au grossissement 200 :

- L'anse ombilicale et ses vaisseaux
- Les veines afférentes et efférentes du foie
- L'estomac, le duodenum et les voies biliaires.

I - L'étude de l'anse ombilicale (fig. 42-43-44-45)

Elle montre les vaisseaux mésentériques supérieurs et l'anse intestinale dont on a reconstruit le pourtour de la couche musculaire.

Le meso n'a pas été représenté ; il est tendu entre les deux branches de l'anse et englobe les vaisseaux mésentériques.

A) L'anse intestinale

Sur les deux tiers de sa longueur cette anse est extériorisée dans la base du cordon ombilical. Elle est constituée de deux branches :

- une branche supérieure, latéralisée à droite de la ligne médiane Elle fait suite au duodenum. C'est la branche afférente, de gros calibre (250 microns).

Elle décrit trois sinuosités, ébauches des futures anses grêles. Son calibre décroit d'arrière en avant lorsqu'on se rapproche du sommet de l'anse. Le sommet, lui-même, n'a pu être représenté car l'anse ainsi que le cordon de l'embryon utilisé sont sectionnés tout près du sommet.

- une branche inférieure, repertée à gauche de la ligne médiane, se continue en arrière avec l'intestin terminal. Cette branche efférente de l'anse ombilicale est de plus petit calibre (100 à 120 microns). Elle est rectiligne.

Un peu en arrière du sommet de l'anse elle présente un diverticule supérieur infléchi en doigt de gant. C'est l'ébauche du coeco-appendice qui apparaît normalement vers la cinquième semaine (embryon de 8m/m). Au stade de 17 m/m, le calibre intérieur du coeco-appendice ne varie pas de son implan-

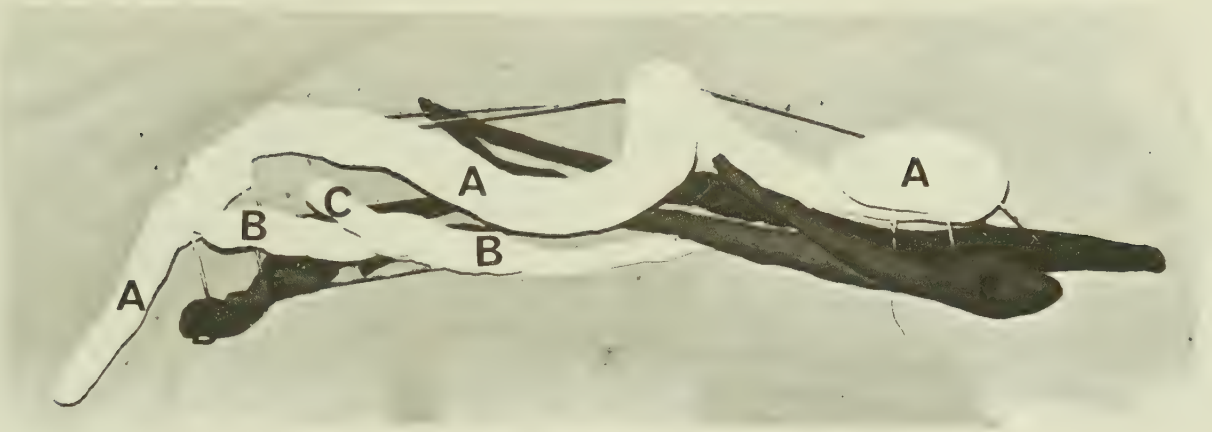


Fig. 42

Vue supérieure de 1'anse ombilicale de 1'embryon humain de 17 mm avec sa vascularisation.

A - anse afférente
B - anse efférente
C - bourgeon coecal
D - artère mésentérique supérieure
E - veine mésentérique supérieure

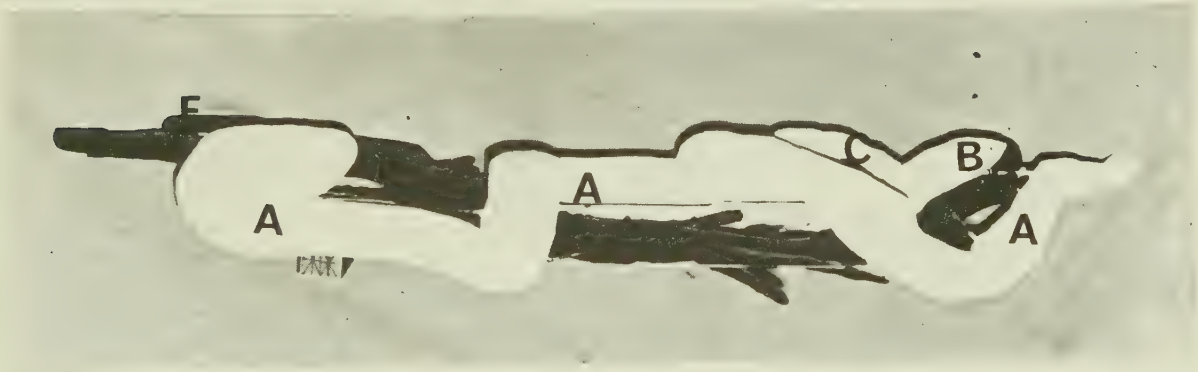


Fig. 43

Vue latérale droite de 1'anse ombilicale de 1'embryon humain de 17 mm et sa vascularisation.

A - anse afférente
B - anse efférente
C - bourgeon coecal
D - artère mésentérique supérieure
E - veine mésentérique supérieure

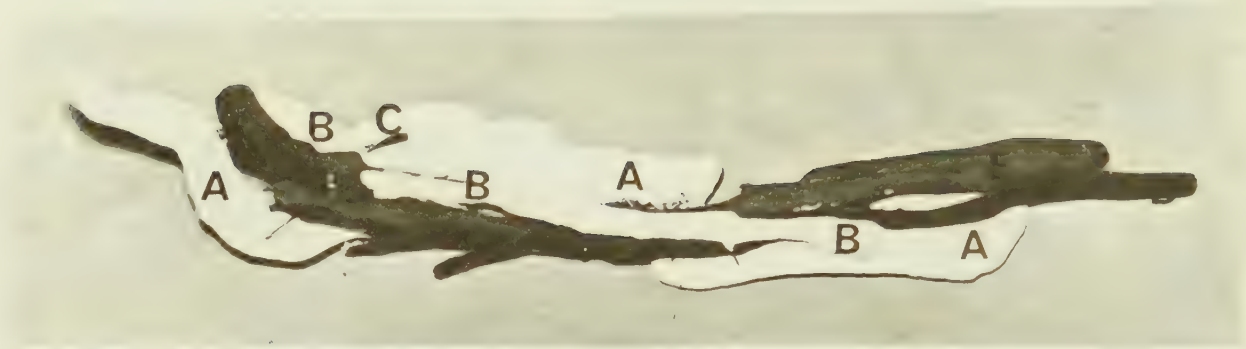


Fig. 44

Face latérale gauche de l'anse ombilicale de l'embryon humain de 17 mm avec sa vascularisation.

A - anse afférente
B - anse efférente
C - bourgeon coecal
D - artère mésentérique supérieure
E - veine mésentérique supérieure

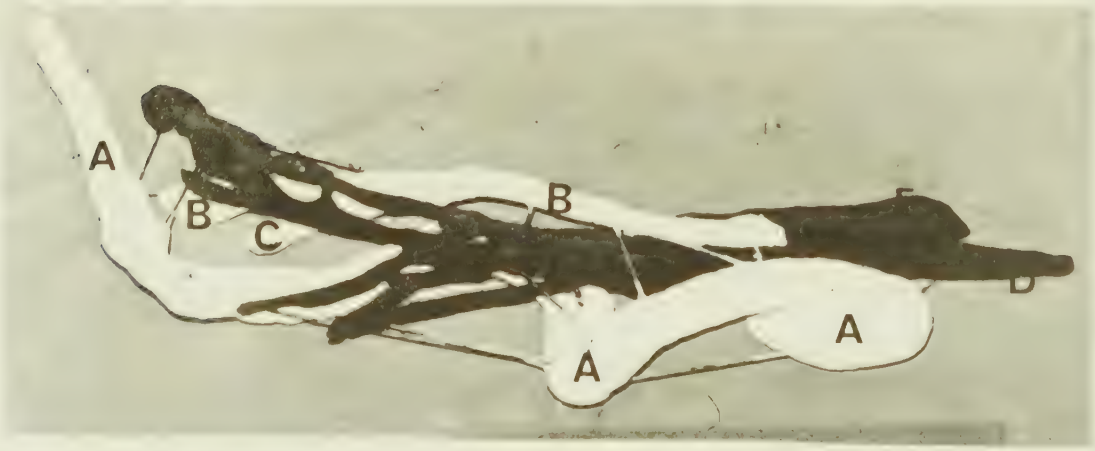


Fig. 45

Vue inférieure de l'anse ombilicale de l'embryon humain de 17 mm avec sa vascularisation

A - anse afférente
B - anse efférente
C - bourgeon coecal
D - artère mésentérique supérieure
E - veine mésentérique supérieure

tation intestinale à son extrémité distale.

La croissance différentielle, qui est à l'origine de la différenciation entre coecum et appendice est, en effet, plus tardive (cinquième mois in utero).

B) Les vaisseaux mésentériques supérieurs

Leur reconstruction est malaisée au sein du meso de l'anse intestinale.

Ils présentent de nombreuses suffusions sanguines. Si la paroi des artères est facile à reconstruire, les parois veineuses, d'allure plus sinusale et irrégulière, sont moins aisée à repérer.

L'artère représente l'axe du meso et fournit, vers la droite, cinq branches collatérales sinueuses qui se dirigent vers la branche afférente de l'anse ombilicale.

En opposition, la moitié gauche du meso est d'une extrême pauvreté artérielle.

Il n'y chemine qu'une seule collatérale de petit calibre à destinée coeco-appendiculaire, probablement, la future artère iléo-coeco-colo-appendiculaire.

Il faut noter la concordance entre le calibre des branches de l'anse ombilicale et l'importance de leur vascularisation artérielle respective.

La terminaison de l'artère mésentérique supérieure se fait en cul de sac, par obstruction rapide de sa lumière, nettement en amont du sommet de l'anse intestinale qu'elle ne peut donc atteindre. Toute la portion distale du meso de l'anse intestinale est avasculaire.

C) La veine mésentérique supérieure

prend origine par deux veinules entourant l'artère, bien en amont de la terminaison de celle-ci. Ces deux veinules forment un tronc qui s'enroule autour de l'artère. Ce tronc reçoit deux affluents par son bord droit ; ce sont les veinules drainant l'anse afférente.

Aucun rameau veineux ne vient de la branche efférente.

D) Enfin, dans l'épaisseur de la paroi du cordon ombilical, serpente une veine ombilicale de gros calibre.

II - Etude du système vasculaire hépatique (fig. 46-47-48)

Il est formé de deux systèmes afférents et efférents s'imbriquant l'un dans l'autre de telle sorte que les éléments afférents occupent essentiellement la partie ventrale et caudale de la pièce, tandis que les éléments efférents occupent la partie dorsale et craniale. On est frappé par la différence de structure entre les réseaux afférents et efférents.

La reconstruction du futur système porte a pu être poussé avec beaucoup de précision dans ses plus fines ramfications.

Le futur système sus hépatique reste plus imprécis, plus grossier.

A) La ramure portale est formée de deux vaisseaux :

1- La veine porte vitello-mésentérique, de calibre très réduit (100 à 120 microns) et la veine ombilicale, qui est, par contre, très volumineuse (500 à 600 microns).

Reconstruction de la région hépatique de l'embryon humain
de 17 mm horizon XIX (n°2)

A- veine mésentérique supérieure
B- artère mésentérique supérieure
C- veine ombilicale
D- vésicule biliaire
E- anse duodénale
F- estomac
G- vaisseau porte gauche
H- vaisseau porte droit
I- veine hépatique efférente gauche
J- veine hépatique efférente droite
K- aorte

Fig. 46 - Vue antérieure

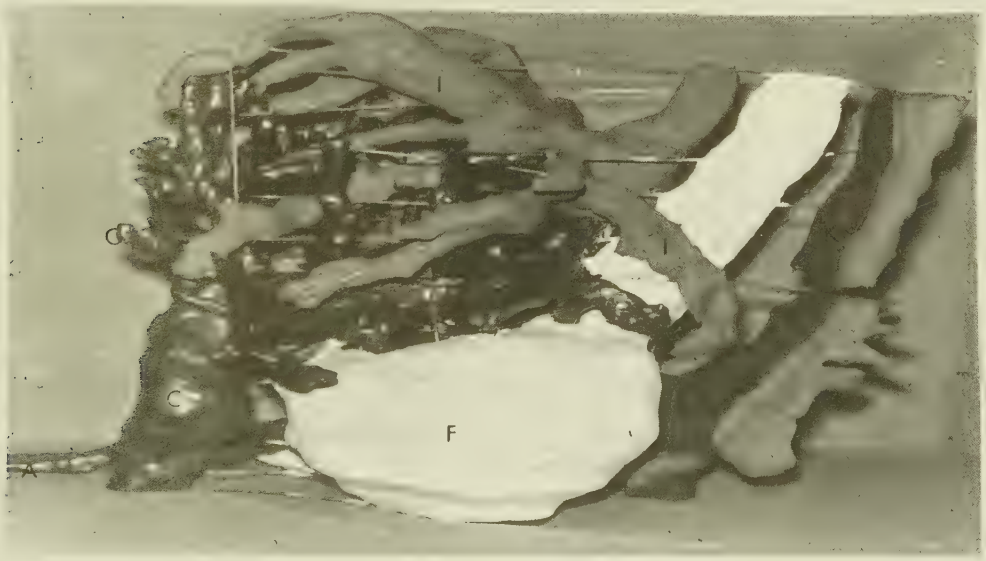


Fig. 47 - Vue latérale gauche

A- veine mésentérique supérieure
B- artère mésentérique supérieure
C- veine ombilicale
D- vésicule biliaire
E- anse duodénale
F- estomac
G- vaisseau porte gauche
H- vaisseau porte droit
I- veine hépatique efférente gauche
J- veine hépatique efférente droite
K- aorte

Fig. 48 Vue latérale droite

A - veine mésentérique supérieure
B - artère mésentérique supérieure
C - veine ombilicale
D - vésicule biliaire
E - anse duodénale
F - estomac
G - vaisseau porte gauche
H - vaisseau porte droit
I - veine hépatique efférente gauche
J - veine hépatique efférente droite
K - aorte

Toutefois, si l'on fait abstraction de cette différence de calibre on retrouve chez cet embryon de 17 m/m tous les éléments de la systématisation du pédicule portal de l'adulte.

La veine porte vitello-mésentérique passe d'abord sous l'arche du duodenum, puis se redresse et pénètre dans le hile du foie ou elle se divise en deux branches, gauche et droite.

La branche droite donne un vaisseau ventral pour le futur secteur paramédian droit. Il donne des rameaux supérieurs pour le futur segment VIII et des rameaux inférieurs pour le futur segment V.

La branche droite donne également deux gros rameaux dorsaux et externes pour les futurs segments VI etVII du futur secteur latéral droit.

La branche gauche, de longueur plus petite s'abouche comme nous allons le voie avec la veine ombilicale.

2 - La veine ombilicale, après avoir suivi le cordon ombilical, se coude à angle droit pour cheminer à la face inférieure du foie et s'abouche à plein canal avec la branche gauche de la veine porte vitello-mésentérique.

La veine ombilicale apparaît comme l'élément principal d'où vont naître les veines du foie gauche.

Elle donne trois sortes de branches :

a - au niveau du coude naît une branche ascendante. Elle donne deux rameaux gauche et droit, situés de part et d'autre du plan

sagittal passant par la veine ombilicale. Ils irriguent les futurs segments III et IV.

b - dans sa partie horizontale, la veine ombilicale donne d'autres rameaux.

par le bord droit, elle donne deux rameaux ne dépassant pas le plan sagittal passant par la vésicule biliaire et irriguant le futur segment IV.

par son bord gauche, elle donne deux rameaux :

l'un antérieur
l'autre postérieur, pour les futurs segments II et III.

Ils irriguent donc le territoire situé à gauche de la veine ombilicale et situé au dessus de l'estomac.

Il faut signaler que la veine ombilicale ne donne pas de branche par sa face supérieure.

Considérée dans son ensemble, la ramure portale gauche paraît plus formée, plus déliée que la ramure portale droite dont les branches sont plus massives.

3 - Le canal d'Arantius réunit la veine ombilicale et la veine cave inférieure. Il est de calibre nettement inférieur à celui de la veine ombilicale (100 à 240 microns) contre (500 à 600 microns).

Cette différente de calibre, donc de débit, implique qu'à ce stade de 17m/m une importante partie du flux sanguin passe à travers les sinusoïdes hépatiques et ceci plus danns le foie droit qui est, semble-t-il, placé en dérivation du courant ombilico-cave et qui reçoit, en plus, le sang vitello-mésentérique.

La ramure portale a donc acquis, à ce stade, une fonction vectrice importante malgré le court-circuit veineux du foie. Et peut-être faut-il y voir la cause de l'organisation déjà très poussée tant sur le plan de la distribution que sur celui de la structure. Rappelons que les ramifications portes ayant un revêtement endothélial plus individualisé, sont plus faciles à reconstruire que les veines efférentes hépatiques.

Des rameaux portes, destinés au futur secteur dorsal (le futur segment I) naissent de l'extrémité dorsale de la veine ombilicale, de la bifurcation de la veine porte vitello mésentérique et de sa branche gauche en regard de la veine cave inférieure, ce qui concorde avec la situation fréquente de ce segment à cheval sur les foies, gauche et droit.

(fig. 49, 50, 51)

III- Etude de la ramure sus-hépatique (fig. 52)

La reconstruction des veines sus-hépatiques est rendue malaisée en raison de la structure lacunaire de ce réseau sinusal sans paroi endothéliale. Même sur les troncs, les plus importants, l'endothelium n'est qu'à peine ébauché. Et, en ne reconstruisant que les éléments constants sur plusieurs coupes successives, il a été possible de faire la part entre les éléments inorganisés, ébauches des futures veines sus-hépatiques et les lacs sanguins où s'abouchent indifféremment les éléments portes et sus-hépatiques (fig. 53-54).

Malgré son aspect diffus et lacunaire, la reconstruction des veines sus-hépatiques permet, là encore, d'individualiser les futurs territoires sus-hépatiques de l'adulte.

1 - le secteur dorsal, compris entre la veine cave inférieure et l'oesophage, est drainé par deux petites veines hépatiques efférentes

gagnant directement la veine cave inférieure en dessous de l'abouchement du canal d'Ariantus.

2 - Les autres veines hépatiques efférentes s'abouchent dans la veine cave inférieure au dessus du canal d'Arantius. Elles sont au nombre de trois. Elles drainent les trois futurs secteurs sus-hépatiques imbriqués dans les secteurs portes. Chacun de ces trois troncs est formé de deux grosses branches, mais il serait risqué de pousser plus loin la reconstruction des branches d'origine tant est précaire l'organisation des sinusoïdes sus-hépatiques.

Les trois veines hépatiques efférentes sont formées chacune de deux branches d'origine.

a) les veines droite et gauche résultent de la confluence d'un tronc postero latéral sous capsulaire et d'un tronc plus médial, franchement intra-parenchymateux.

b) la veine efférente hépatique médiane est formée également par deux troncs gauche et droit, résultant chacun de la confluence de veines superposées cette fois-ci dans un plan cranio-caudal.

Les deux veines formant le tronc médial droit sont dans un plan passant par la vésicule et très curieusement, les quatre veines d'origine du tronc médial gauche sont situées dans le plan de la veine ombilicale qui est sensée devenir chez l'adulte la scissure sus-hépatique gauche ou ombilicale.

3 - Avant de terminer l'étude des éléments veineux, il faut signaler le trajet entièrement intra-parenchymateux de la veine cave inférieure qui y reçoit les veines efférentes du secteur dorsal, alors que les veines efférentes hépatiques principales se jettent dans la partie sus-

Schématisation des branches portales de la reconstruction de l'embryon humain 17mm (n°2)

Fig. 49 - Vue latérale droite

A - veine porte
B - veine ombilicale
C - canal d'Arantius
D - veine cave inférieure
I - veine porte du segment I
II - veine porte du segment II
III - veine porte du segment III
IV - veine porte du segment IV
V - veine porte du segment V
VI - veine porte du segment VI
VII - veine porte du segment VII
VIII - veine porte du segment VIII

Fig. 50 - Vue supérieure de la partie inférieure de la pièce

A - veine porte
B - veine ombilicale
C - canal d'Arantius
D - veine cave inférieure
I - veine porte du segment I
II - veine porte du segment II
III - veine porte du segment III
IV - veine porte du segment IV
V - veine porte du segment V
VI - veine porte du segment VI
VII - veine porte du segment VII
VIII - veine porte du segment VIII

Fig. 51 - Vue inférieure de la partie supérieure de la pièce :

A - veine porte
B - veine ombilicale
C - canal d'Arantius
D - veine cave inférieure
I - veine porte du segment I
II - veine porte du segment II
III - veine porte du segment III
IV - veine porte du segment IV
V - veine porte du segment V
VI - veine porte du segment VI
VII - veine porte du segment VII
VIII - veine porte du segment VIII

Fig.52

Vue supérieure de la reconstruction des vaisseaux hépatiques de l'embryon humain de 17mm montrant les veines hépatiques efférentes.

A - veine sus-hépatique gauche
B - veine sus-hépatique médiane, notez qu'elle est formée de deux troncs l'un qui se trouve dans le plan de la vésicule biliaire, l'autre dans le plan de la veine ombilicale
C - veine sus-hépatique droite
D - vésicule biliaire
E - oesophage
F - aorte

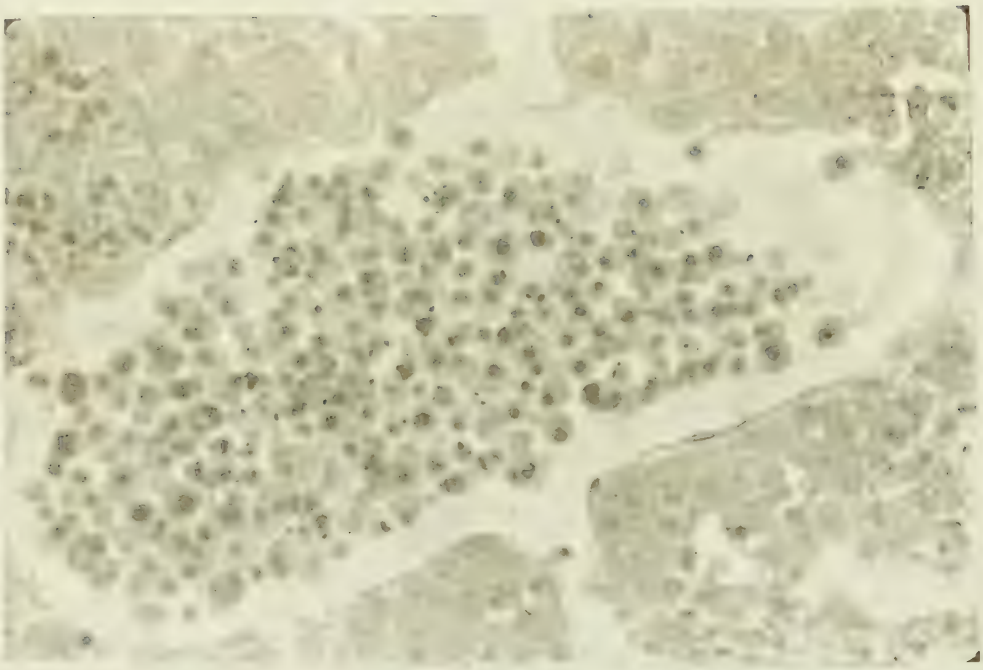


Fig.53

Aspect microscopique des veines hépatiques efférentes ;
notez qu'elles sont limitées par un endothélium vasculaire

Fig. 54

Aspect microscopique des veines hépatiques efférentes ;
il n'y a pas d'endothélium ; elles ont un aspect lacunaire.

hépatique de la veine cave inférieure (fig. 55).

IV - Nous avons trouvé, partant de la face ventrale de l'aorte, une artère se divisant bientôt en trois branches (fig.56) :

- une branche gauche contournant l'estomac, l'artère splénique
- une branche qui continue ce tronc et devient artère mésentérique supérieure.
- et une branche droite qui monte devant la veine porte vitello-mésentérique, suit les conduits biliaires et se termine à l'extrémité de la vésicule biliaire.

Il n'y a pas de branche artérielle hépatique à proprement parler (fig. 57 et 58).

V - L'ébauche biliaire, nettement individualisée, naît de la face postérieure du duodenum. Ce dernier présente déjà ses quatre portions et c'est au niveau de la partie moyenne de la deuxième portion que part un canal bien individualisé avec une lumière propre. Il monte en avant et à droite de la veine vitello-mésentérique.

Il se recourbe ensuite vers l'avant et sous le foie il se termine par la vésicule biliaire. L'ensemble de cette voie est creusée d'un canal que l'on suit jusqu'au fond de la vésicule.

Par contre, nous n'avons pas trouvé de canaux hépatiques communs ni d'éléments cellulaires reliant la voie biliaire à la masse hépatique. On ne doit donc parler ici que d'axe cholé-cystique.

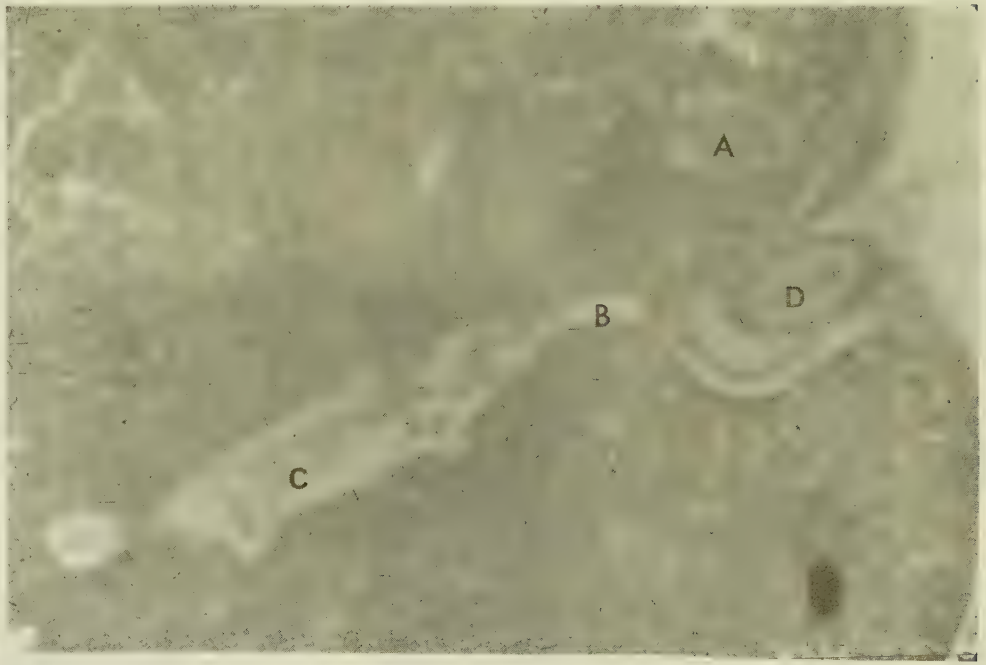
VI - L'estomac a sa morphologie définitive et la portion de l'oesophage abdominal permet de voir les pneumogastriques, gauche et droit, richement anastomosés entre eux.

- vaisseaux mésentériques n'atteignant pas le sommet de l'anse ombilicale

- systématisation portale presque complète, systématisation sus-hépatique encore symétrique

telles sont les caractéristiques de cette reconstruction.

Coupe transversale de l'embryon humain de 17mm (n°2) montrant la position dela veine cave inférieure



A - veine cave inférieure ; notez qu'elle se trouve entièrement entourée de parenchyme

B - canal d'Arantius
C - veine ombilicale
D - oesophage

Fig. 56

Vue inférieure de la reconstruction de l'embryon humain de 17 mm (n°2)

A - aorte
B - branche artérielle spléno-mésentérico-cystique
C - artère splénique
D - artère mésentérique supérieure
E - veine mésentérique supérieure
F - veine ombilicale
G - estomac (vue inférieure)
H - anse duodénale
I - anastomose inter-cardinale

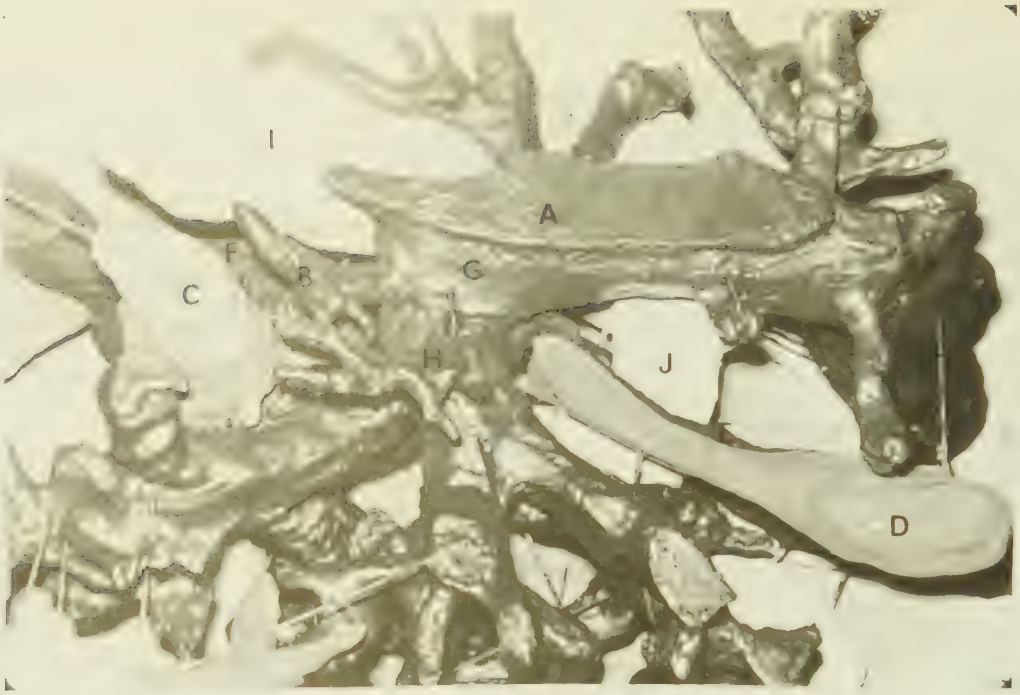


Fig. 57

Vue supérieure de la partie inférieure de la reconstruction de l'embryon humain de 17mm (n°2)

A - veine ombilicale
B - veine porte du segment I
C - veine cave inférieure
D - vésicule biliaire
E - artère cystique
F - artère spleno-mésentérico-cystique
G - branche gauche de la veine porte
H - branche droite de la veine porte
I - estomac
J - anse duodénale

A - veine porte
B - vésicule biliaire
C - canal cholé-cystique
D - artère cystique
E - duodenum
F - veine ombilicale

Fig. 58

Coupe transversale passant par le pédicule hépatique de l'embryon

Etude de la troisième reconstruction faite à partir de l'embryon humain n°3 (horizon XX de Streeter)

Cette pièce représente au grossissement 200

- l'anse ombilicale et ses vaisseaux situés ventralement.

- les vaisseaux hépatiques afférents et efférents, situés dorsalement. L'estomac et les voies biliaires ont été aussi reconstruits. (fig. 59, 60, 61 et 62)

I - Etude de la région ombilicale (fig. 63 et 64)

Elle se présente, comme une anse extériorisée avec deux branches afférentes et efférentes.

- La rotation de l'anse dépasse 180°. L'anse efférente se trouve à droite de l'anse afférente dans la partie distale de l'anse ombilicale.

Le bourgeon coecal, en particulier, est en position droite.

Il n'y a pas encore d'accolement et l'anse reste libre dans le coelome extra-embryonnaire mais sa rotation est presque terminée.

Le sommet de l'anse a été sectionné, mais les vaisseaux mésentériques se terminent avant la section du meso.

L'artère mésentérique se termine progressivement en se ramifiant en deux branches. La veine mésentérique naît de deux veinules qui s'enroulent autour de la terminaison de l'artère.

La différence de calibre entre l'anse afférente et l'anse efférente est moins marquée que sur l'embryon humain n°2.

Dans la paroi du cordon serpente la veine ombilicale qui se situe dans la partie gauche du cordon.

II - Région hépatique

1) Deux veines alimentent le foie (fig. 65-66)

a) La veine porte vitello-mésentérique

Elle a d'abord un trajet horizontal, puis passe sous l'arche duodénale. Elle se redresse à angle droit et augmente considérablement de volume, puisque son diamètre passe de 100 microns dans la portion située dans le mésentère à 250 microns dans la région sous-hépatique ; Elle pénètre ensuite dans le foie où elle se divise en deux branches :

- la branche droite, (500 microns de diamètre) se dirige transversalement et donne deux sortes de rameaux :

les uns antérieurs, se dirigeant cranialement ou caudalement pour irriguer l'ébauche des segments V et VIII

les autres postérieurs, pour l'ébauche des segments VI et VII.

Ces deux SECTEURS sont séparés par une veine hépatique efférente droite qui se trouve exactement à la limite entre ces deux secteurs.

- la branche gauche, (500 microns de diamètre) se jette à plein canal dans la partie dorsale de la veine ombilicale. Cette branche gauche donne une branche dorsale qui irrigue le futur segment I. Ce segment reçoit également une branche qui naît de la face postérieure du tronc porte vitello-mésentérique.

Reconstruction de la région hépatique et de l'anse ombilicale de l'embryon humain classé dans l'horizon XX de Streeter (n°3)

Fig. 59

Vue supérieure

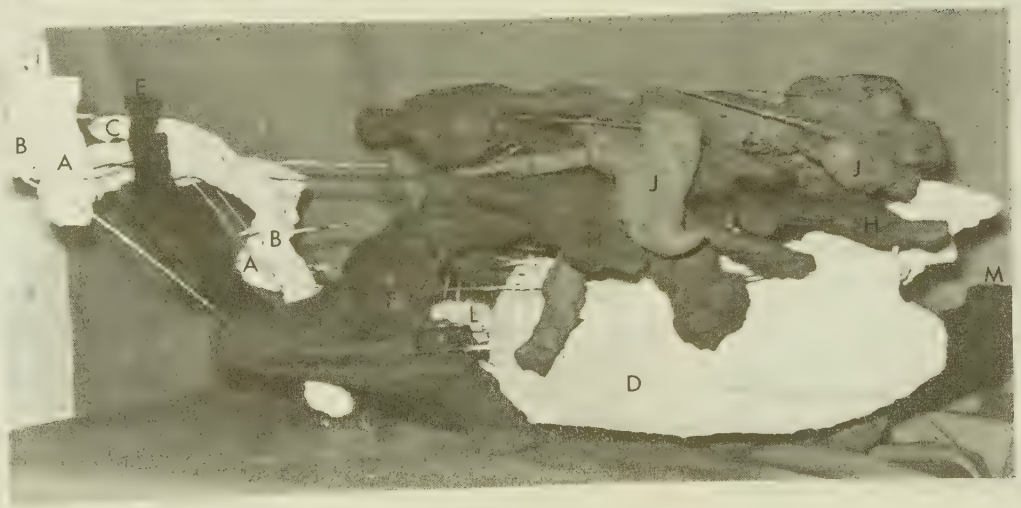


Fig. 60

Vue latérale gauche

A - anse afférente
B - anse efférente
C - bourgeon coecal
D - estomac
E - artère mésentérique supérieure
F - veine ombilicale
G - vaisseau porte droit
H - vaisseau porte gauche
I - vaisseau hépatique afférent droit
J - vaisseaux hépatiques efférents gauches
K - vésicule biliaire
L - anse duodénale
M - aorte
N - veine mésentérique supérieure

Reconstruction de la région hépatique et de l'anse ombilicale
de l'embryon humain classé dans l'horizon XX de Streeter (n°3)

Fig. 61

Vue latérale droite

Fig. 62

Vue inférieure

A - anse afférente
B - anse efférente
C - bourgeon coecal
D - estomac
E - artère mésentérique supérieure
F - veine ombilicale
G - vaisseau porte droit
H - vaisseau porte gauche
I - vaisseau hépatique efférent
J - vaisseaux hépatiques efférents gauches
K - vésicule biliaire
L - anse duodénale
M - aorte
N - veine mésentérique supérieure

Fig. 63

Vue supérieure de la reconstruction de l'anse ombilicale de l'embryon humain classé dans l'horizon XX de Streeter (n°3)

A - anse afférente
B - anse efférente
C - bourgeon coecal
D - estomac
E - artère mésentérique supérieure
F - veine ombilicale
K - vésicule biliaire
L - anse duodénale
M - veine mésentérique supérieure

Fig. 64

Vue inférieure de l'anse ombilicale de l'embryon humain classé dans l'horizon XX de Streeter (n°3)

A - anse afférente
B - anse efférente
C - bourgeon coecal
D - estomac
E - artère mésentérique supérieure
F - veine ombilicale
K - vésicule biliaire
L - anse duodénale
M - veine mésentérique supérieure

Aspect schématique des vaisseaux de la reconstruction de l'embryon humain classé dans l'horizon XX de Streeter.

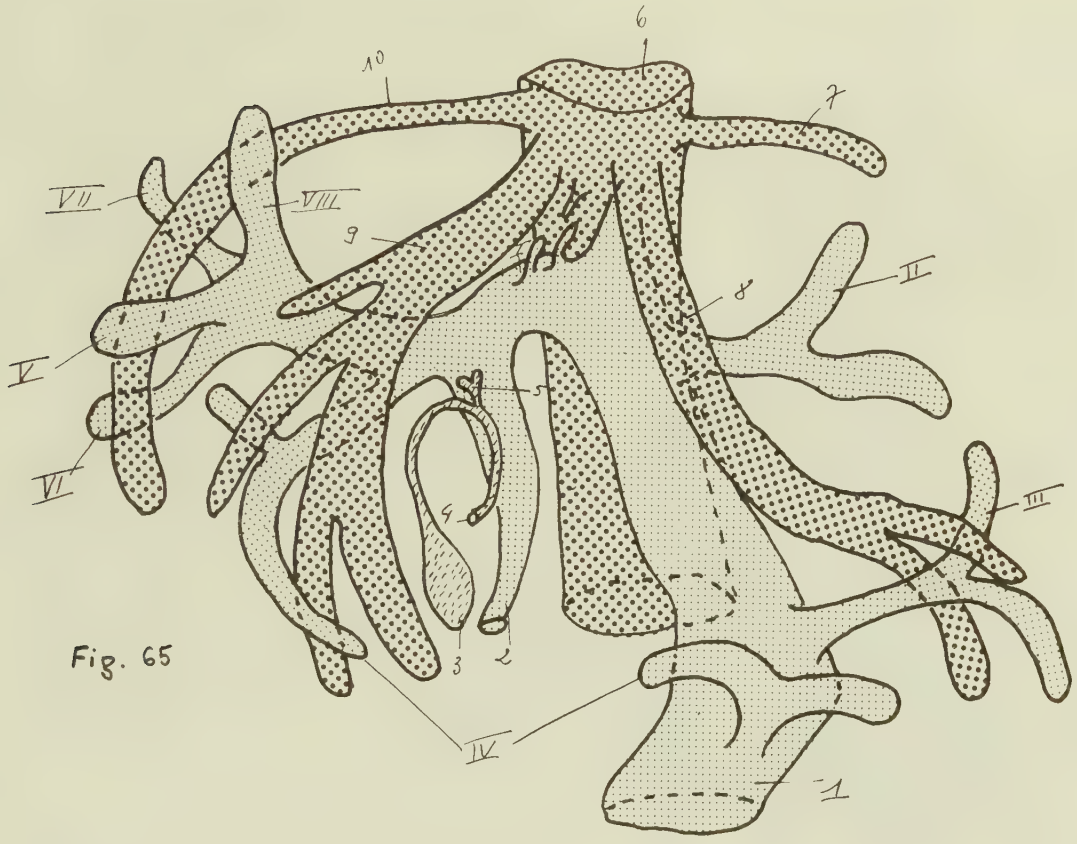


Fig. 65

Fig. 65

Vue antérieure et schématique de la reconstruction de l'embryon humain n°3

I - veine ombilicale
2 - veine porte
en chiffres romains les veines portes des futurs segments hépatiques
3 - vésicule biliaire
4 - cholédoque
5 - canaux hépatiques et leurs bourgeons
6 - veine cave inférieure
7 - veine sus-hépatique latérale gauche
8 - veine sus-hépatique médiane gauche
9 - veine sus-hépatique médiane droite
10 - veine sus-hépatique latérale droite
11 - canal d'Arantius
12 - veine sus hépatique du segment I

Aspect schématique des vaisseaux de la reconstruction de l'embryon humain classé dans l'horizon XX de Streeter.

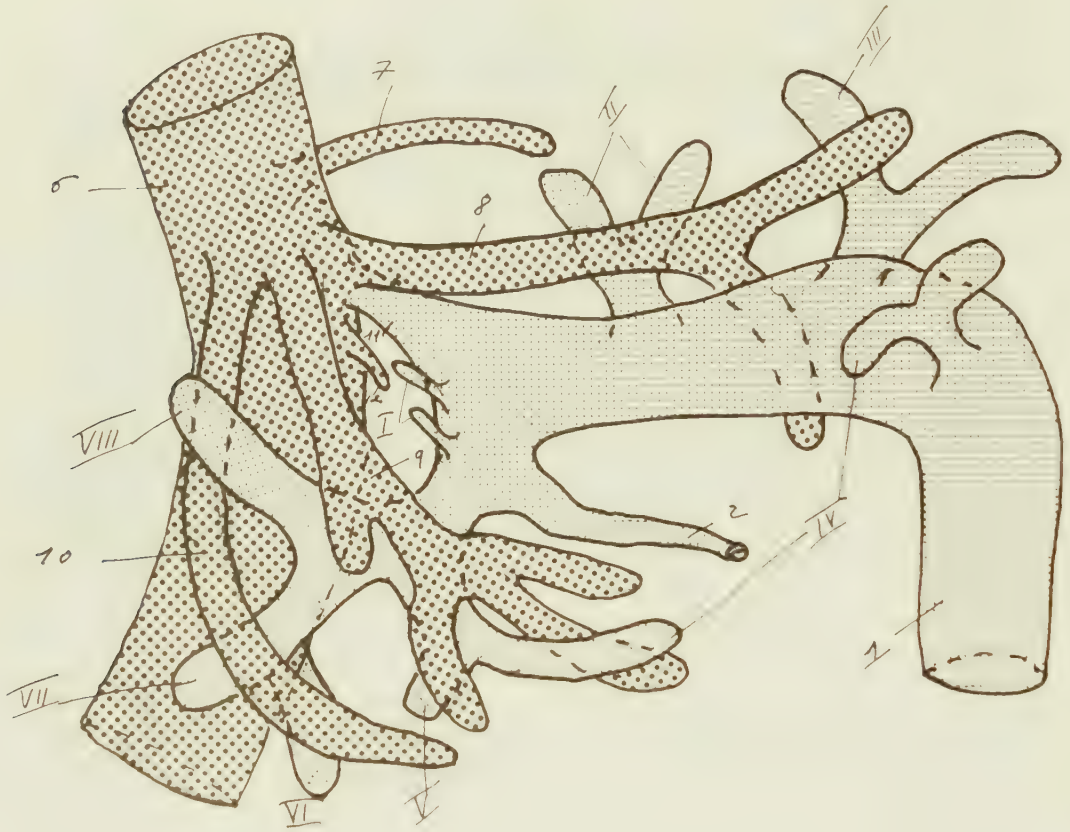


Fig. 66

Vue latérale droite et schématique de la reconstruction de l'embryon humain n°3.

I - veine ombilicale
2 - veine porte
en chiffres romains les veines portes des futurs segments hépatiques
3 - vésicule biliaire
4 - cholédoque
5 - canaux hépatiques et leurs bourgeons
6 - veine cave inférieure
7 - veine sus-hépatique latérale gauche
8 - veine sus-hépatique médiane gauche
9 - veine sus-hépatique médiane droite
10 - veine sus-hépatique latérale droite
11 - canal d'Arantius
12 - veine sus hépatique du segment I

b) La veine ombilicale (600 microns de diamètre). Après un trajet ascendant, elle se coude à angle droit et devenant ventro-dorsale, se jette dans la branche gauche de la veine porte vitello-mésentérique. Elle donne plusieurs sortes de rameaux.

- les uns, par son bord droit, irriguent le futur segment IV situé entre le plan sagittal passant par la vésicule biliaire et celui passant par la veine ombilicale.

- les autres, au nombre de deux, naissent par son bord gauche, ils sont situés dans un plan transversal et irriguent les futurs segments II et III situés au dessus de l'estomac.

Enfin d'autres rameaux ascendants, naissent au niveau du coude de la veine ombilicale. Ils sont peu développés et sont destinés aux futurs segments III et IV.

Nous n'avons pas trouvé de rameaux naissant au niveau de la face supérieure de la veine ombilicale.

2) Les veines hépatiques efférentes (fig. 67)

Elles sont au nombre de 4 veines principales qui se jettent dans la veine cave inférieure au dessus de l'abouchement du canal d'Arantius.

- une veine hépatique efférente droite sous capsulaire. Elle est située dans un plan oblique en bas et en avant séparant les segments VI et VII.

Elle s'abouche à la face droite de la veine cave inférieure.

Fig. 67

Vue supérieure et schématique de la reconstruction de l'embryon humain n°3

I - veine ombilicale
2 - veine porte
en chiffres romains les veines portes des futurs segments hépatiques
3 - vésicule biliaire
4 - cholédoque
5 - canaux hépatiques et leurs bourgeons
6 - veine cave inférieure
7 - veine sus-hépatique latérale gauche
8 - veine sus-hépatique médiane gauche
9 - veine sus-hépatique médiane droite
10 - veine sus-hépatique latérale droite
11 - canal d'Arantius
12 - veine sus hépatique du segment I

- une veine médiane droite formée par la réunion d'une veine intra-parenchymateuse située à droite du plan sagittal passant par la vésicule et d'une veine sous capsulaire située dans le plan sagittal passant par la vésicule biliaire.

- une veine médiane gauche , formée par la réunion d'une veine sous capsulaire et d'une veine intraparenchymateuse qui se trouve exactement entre les segments II et III.

La partie dorsale de cette veine médiane gauche se trouve au dessus de la veine ombilicale, mais sa partie ventrale se projette à gauche du plan ombilical.

- une veine efférente hépatique gauche, sous-capsulaire, de petite longueur et qui s'abouche à la face gauche de la veine cave inférieure.

s'abouchant au dessous du canal d'Arantius, il existe deux veines hépatiques efférentes drainant le futur segment I.

Enfin, à l'extrémité dorsale de la veine ombilicale se trouve le canal d'Arantius. Il est de petit calibre (150 microns) , il ne peut donc shunter tout le sang ombilical qui passe donc dans les sinusoïdes hépatiques.

D'autres éléments ont été reconstruits

Une artère à destinée mésentérique naît de l'aorte. Nous n'avons pas retrouvé de branches à destinée hépatique.

La voie biliaire est formée d'un canal principal s'abouchant à la face postero interne du deuxième duodenum.

Après être monté à la face antérieure de la veine porte vitello-mésentérique il se bifurque en un canal cystique se dirigeant à droite et se terminant dans la vésicule biliaire et une ébauche de canal hépatique, celle-ci continue la direction de la voie principale et se bifurque rapidement en une branche gauche et droite ; sa lumière s'obture assez rapidement sans que l'on puisse retrouver d'éléments cellulaires reliant ces ébauches canalaires aux cellules du parenchyme hépatique (fig. 68, 69, 70 et 71)

- vaisseaux mésentériques n'atteignant pas le sommet de l'anse ombilicale
- système veineux afférent complètement formé
- système veineux efférent comparable à celui de l'adulte
- existence d'un canal hépatique,

telles sont les caractériqtiques de cette reconstruction.

Série de coupes transversales montrant la destinée du cholédoque et la naissance du canal hépatique.

Fig. 68

Le cholédoque commence à se diviser en canal hépatique et en canal cystique

Fig. 69

Les deux canaux hépatiques et cystiques sont bien distincts

A - veine porte
B - canal cholédoque
C - canal hépatique
D - canal cystique
E - bifurcation du canal hépatique

Fig. 70

Sur cette coupe le canal hépatique seul est visible

A - veine porte
B - canal cholédoque
C - canal hépatique
D - canal cystique
E - bifurcation

Fig. 71

On voit la bifurcation et la terminaison très rapide du canal hépatique.

D I S C U S S I O N

Nous allons essayer d'insérer nos trois reconstructions dans le schéma classique de la genèse du foie, sachant qu'il ne s'agit que de trois aspects figés d'un film aux innombrables images.

Chaque élément reconstruit sera envisagé séparément et son évolution, telle qu'on peut l'imaginer d'après ces trois stades, sera comparée aux données déjà connues.

Remarquons d'abord que nos devanciers ont étudié le développement des vaisseaux du foie sur des coupes épaisses d'au moins 50 microns, tandis que nos reconstructions sont faites à partir de coupes de 5 et 10 microns. Si bien que des viasseaux paraissant discontinus sur un embryon coupé en tranches épaisses, peuvent retrouver leur continuité par la reconstruction de coupes plus minces.

I - Vascularisation artérielle du foie.

Un point important se confirme c'est le retard de la vascularisation artérielle hépatique par rapport à la vascularisation veineuse.

Les artères ne font qu'emprunter et suivre le chemin des vaisseaux portes.

Déjà sur un embryon de 26 m/m, MARTIN et CONVERT avaient noté : "que la circulation artérielle ne se développait que dans la partie inférieure du foie, seule l'artère cystique est bien formée à ce stade, quant à l'artère hépatique, elle ne fait que se diviser en ses branches, gauche et droite qui descendent dans la partie toute inférieure du foie sans s'y ramifier."

Les trois reconstructions confirment cette évolution ; en effet :

- sur l'embryon humain I nous n'avons trouvé qu'une artère intestinale à destinée mésentérique.
- sur l'embryon humain II une artère naît de la face ventrale de l'aorte, donne une branche gauche splénique, une branche droite à destinée uniquement cyystique, puis l'artère se continue par l'artère mésentérique supérieure.

On voit que l'artère cystique naît vraisemblablement avant les artères à destinées hépatiques ; on le conçoit aisément, la vésicule biliaire étant comme tous les autres organes à vascularisation aortique, tandis que le foie embryonnaire est d'abord irrigué par le sang ombilical, sang nutritionnel par excellance.

A la naissance, ce flux étant supprimé, l'irrigation fonctionnelle du foie devient mixte par le sang porte et artériel.

II - Vascularisation de l'anse ombilicale

Elle nous amène à envisager la formation des veines ombilicales de la veine mésentérique supérieure et la destinée des veines vitellines.

Deux éléments sont en contradiction avec les données de l'organogenèse classique des vaisseaux mésentériques supérieures qui les font dériver de la régression des vaisseaux vitellins.

1°- sur l'embryon n°1, il existe un vaisseau vitellin situé dans le coelome extra-embryonnaire, indépendant du canal vitellin, et venant s'aboucher à la base du méso de l'anse ombilicale dans une veine mésentérique néo-formée.

Notons cependant qu'HAMILTON signale la possibilité d'une veine mésentérique supérieure néo formée indépendante de la veine vitelline ; mais la majorité des auteurs font dériver la veine mésentérique supérieure de la veine vitelline qui atteindrait le mésentère au sommet de l'anse ombilicale.

2°- Sur les trois embryons reconstruits, il n'y a pas d'éléments vasculaires danns la partie distale de l'anse ombilicale.

Ces deux faits se complètent si l'on envisage chez l'homme une autre hypothèse que celle jusqu'ici admise pour la genèse des vaisseaux mésentéques supérieures(l'oblitération des vaisseaux vitellins dans le cordon ombilical jusqu'au sommet de l'anse ombilicale).

Il faut remarquer que les premiers travaux ont été faits sur des embryons de poulet vertébrés amniotiques, dont le sac vitellin subsiste très longtemps, ce qui explique la persistance des vaisseaux vitellins, alors que chez les anamniots,le sac vitellin n'a qu'une fonction éphémère et les vaisseaux vitellins regressent rapidement.

Comment peut on expliquer chez l'homme cette disposition :

A un stade précoce, (2 m/m 5) l'embryon humain vit sur les réserves vitellines qui sont apportées à l'embryon par les veines vitellines fonctionnant alors du sac vitellin vers les vaisseaux intra-embryonnaires. Très rapidement, ces réserves s'épuisent, le développement de la pompe cardiaque et de la circulation allantoïdienne rend inutile la circulation vitelline devenue sans objet. Ces vaisseaux gardent cependant un certain temps la structure artériolisée développée par la direction du flux sanguin afférent à l'embryon. Peut être encore la dégénérescence vasculaire rend-elle leur paroi plus épaisse. Ainsi, sur l'embryon humain n°1, l'élément vitellin a une paroi épaisse, presque artérielle, mais se jette néanmoins dans la circulation hépatique afférente pour finalement gagner le coeur.

Si les vaisseaux vitellins se jettent directement dans la circulation intra embryonnaire au pied du mésentère, il n'est pas étonnant de constater sur nos trois embryons humains que le sommet de l'anse ombilicale demeure avasculaire.

Dès lors, l'artère mésentérique supérieure peut être considérée comme un bourgeon aortique identique aux autres ; sa structure, sa terminaison, sont en effet comparables aux bourgeons artériels. Quant à la veine mésentérique supérieure, elle prend naissance à distance du sommet de l'anse ombilicale, là où se bourgeon mésentérique artériel se termine.

si l'on admet pas cette théorie, on ne comprendrait pas pourquoi la portion distale du méso vascularisé à un stade très précoce par le grand axe des vaisseaux vitellins, verrait sa vascularisation disparaître un peu plus tard pour réapparaître ensuite.

Il apparaît donc plausible que l'élément vasculaire juxtant le canal vitellin, intra coelomique, soit en réalité un vaisseau vitellin, et que les vaisseaux mésentériques supérieurs soient alors néo-formés comme le reste des vaisseaux de l'embryon.

En l'occurence, le développement des vaisseaux mésentériques sup. suit le développement de l'anse ombilicale et la veine mésentérique supérieure néo-formée rejoint les vaisseaux vitellins formés plus tôt mais de fonction différente.

C'est pourquoi il est préférable de donner le terme de veine vitello mésentérique plutôt qu'omphalo mésentérique au vaisseau ainsi formé par la réunion de la veine vitelline et de la veine mésentérique. supérieure.

III - Les vaisseaux ombilicaux (allantoïdiens) :

L'origine des veines ombilicales et des artères ombilicales n'a pas retenu notre attention, mais par contre, la disposition des veines ombilicales dans leur portion sous et pré hépatique a été étudiée.

Il est habituel de faire disparaître rapidement la veine ombilicale droite soit par étrésie soit par englobement hépatique, et de faire dériver les vestiges ombilicaux de l'adulte de la veine ombilicale gauche.

Or, sur l'embryon humain n°1, si nous avons isolé dans l'épaisseur du cordon ombilical deux veines, leur destinée est différente des données classiques et pourtant sur cet embryon nous verrons que leur disposition s'explique facilement.

Les deux veines ombilicales s'anastomosent donc au pied du cordon ombilical avec les lacs veineux de la paroi embryonnaire qui communiquent eux mêmes avec le système des veines cardinales postérieures. Ceci est un fait connu et acquis.

Mais à ce niveau, il s'établit une anastomose transversale ventrale entre les deux veines ombilicales et comme la veine ombilicale gauche disparaît au delà de l'anastomose inter-ombilicale, il semble bien que le sang ombilical gauche se dérive dans le sang ombilical droit et dans les plexus veineux pariétaux embryonnaires.

Il faut signaler que ces anastomoses se forment au pied du cordon ombilical et que c'est une veine ombilicale unique qui gagne le foie.

Et pourtant, cette veine, bien qu'étant dans la continuité de la veine ombilicale droite se dirige et atteint le foie à gauche de la vésicule biliaire, à un endroit qui sera la future scissure ombilicale.

Bien qu'en partie englobée par le parenchyme hépatique, cette veine ombilicale, en core individualisée monte ventralement dans la partie ventrale du foie et nous l'avons suivie jusqu'à sa terminaison dans le sinus veineux.

Cette terminaison dans la partie droite du sinus veineux nous fait penser qu'il s'agit bien de la veine ombilicale droite d'autant que dans la partie gauche du sinus veineux se jettent une autre veine qui est la partie terminale de la veine ombilicale gauche. Les rapports de la veine ombilicale droite avec les vaisseaux intra-hépatiques seront envisagés avec ceux-ci.

L'évolution des veines ombilicales envisagées ainsi correspond d'ailleurs à l'évolution de tout le système veineux paire de l'embryon, en un système impaire chez l'adulte. C'est à dire à partir de deux veines gauche et droite, il s'établit une anastomose transversale, qui dérive alors le

sang d'un côté vers l'autre.

C'est en général, une compression extrinsèque qui provoque l'anastomose par hyperpression d'amont, puis le segment d'aval comprimé disparaît.

Remarquons que c'est souvent le système droit qui prédomine chez l'homme comme le montre les développements des veines caves inférieure et supérieure.

La disposition primitive de la veine ombilicale peut faire réviser la nomenclature des vaisseaux ombilicaux chez l'adulte. En effet, si depuis l'ombilic jusqu'au bord antérieur du foie il s'agit bien de la veine ombilicale, le vaisseaux qui parcourt ensuite la scissure ombilicale n'est que l'anastomose entre la veine ombilicale et le branche gauche de la veine vitello-mésentérique. Il est difficile d'appeler ombilical un élément qui se jette au dessous des veines sus-hépatiques, dans la veine cave inférieure.

En résumé, nous ne pouvons que constater la topographie des vaisseaux ombilicaux qui s'explique très bien pour l'embryon envisagé, mais qui est en complète contradiction avec les observations des autres auteurs et la façon de concevoir l'origine de la veine ombilicale chez l'adulte.

Système des veines hépatiques afférentes

Il est formé de deux courants sanguins :
- celui de la veine ombilicale
- celui de la veine porte vitello mésentérique

Nous avons vu que son organogenèse a d'abord été envisagée à partir des vaisseaux vitellins et ombilicaux (GERAUDEL, HISS)

Il est étonnant de constater que ces auteurs aient schématisé le système porte et sus hépatique chez des embryons humains de 5,6,7 mm, alors que sur notre embryon de 10mm, préparé en coupe de 5 microns, nous n'avons retrouvé qu'une masse compacte et inorganisée.

Les travaux plus récents de NETTELBLAD vont dans le sens de nos constatations, puisqu'ils n'accordent plus aux veines vitellines et ombilicales qu'un rôle de point d'appel pour la segmentation hépatique. Les cellules de la pars hepatica se groupent en quatre secteurs autour de ces veines qui regressent et se disloquent, les vaisseaux afférents et efférents n'étant plus que des sinusoïdes dilatés.

Nos trois reconstructions mettent en évidence deux faits :

- c'est d'abord que la veine porte vitello-mésentérique, de petit calibre dans l'épaisseur du mésentère, voit son calibre tripler lorsqu'elle pénètre dans le foie.

Cette différence de calibre entre la veine vitello-mésentérique et la veine ombilicale est remarquable et ce fait n'a pas été signalé à notre connaissance.

On peut considérer que l'augmentation de calibre de la veine porte vitello-mésentérique au moment de sa bifurcation est due au courant ombilical qui vient dilater cette portion terminale à contre courant.

Le sang ombilical qui se déverse primitivement dans le sinus veineux doit passer secondairement dans le parenchyme hépatique par l'apparition d'une anastomose entre la veine ombilicale et la branche gauche de la

veine porte vitello-mésentérique. C'est l'englobement et la dilacération de la partie intra-hépatique de la veine ombilicale qui oblige l'anastomose mésentérico-ombilicale à se développer. Le sang ombilical gagne alors le coeur par les veines hépatiques efférentes qui rejoignent la partie distale de la veine ombilicale.

Le courant ombilical est donc le flux principal qui va guider la genèse des éléments vasculaires hépatiques et la formation des ramifications intra-parenchymateuses des branches afférentes.

En effet, sur l'embryon humain n°1, le sang ombilical peut encore gagner directement le sinus veineux, mais le début de l'englobement de la veine ombilicale, (ou les phénomènes de compression puis d'interpénétration se succèdent), amène l'existence de l'anastomose mésentéroco-ombilicale, et une partie du sang ombilical commence déjà à passer par le foie. C'est le foie gauche qui le premier reçoit la pression du sang ombilical.

Aussi, chez cet embryon, les ramifications afférentes au foie gauche sont déjà plus déliées, moins plexiformes que le foie droit qui est lui franchement lacunaire.

L'angioarchitecture hépatique semble donc commencer par le foie gauche et il est bon de se rappeler que cette partie de l'arbre portal est chez l'adulte , plus fixe dans son aspect et dans sa distribution que celle du foie droit.

Sur l'embryon humain n°11, l'évolution est plus avancée. Le sang ombilical n'est pas complètement shunté par le canal d'Arantius. En effet, nous avons vu que le canal d'Arantius a un diamètre quatre fois plus petit que celui de la veine ombilicale. Cette disproportion entre le calibre de la veine ombilicale et le canal d'Arantius n'a pas été signalé à notre

connaissance. Une partie du sang ombilical doit donc obligatoirement traverser le parenchyme hépatique. La systématisation du foie gauche ébauchée au stade de l'embryon humain n°1 est définitivement acquise au stade de l'embryon humain n° II. En effet, la croissance de l'estomac, sa rotation, et le shunt arantien sont autant d'éléments qui, semble-t-il, stoppent rapidement l'évolution des vaisseaux afférents du foie gauche. Ils ont déjà leur aspect définitif. Le foie droit, par contre, placé en cul de sac ne paraît pas être gêné dans sa croissance par d'autres éléments digestifs : l'anse intestinale est encore située en dehors de l'abdomen. Par contre, il faut constater que le développement de l'estomac se fait à ce stade.

Ainsi, sur l'embryon humain n°1, l'estomac est rectiligne, à peine dilaté, tandis que sur l'embryon humain n°11, l'estomac a sa disposition définitive (HAMILTON).

C'est dans le cul de sac du foie droit que vient donc buter la partie de l'ondée sanguine ombilicale qui ne passe pas par le shunt arantien. Elle produit alors des courants préférentiels dans les sinusoïdes du foie droit. Mais avec la croissance des branches droites, la force de l'ondée sanguine diminue d'autant que le sang s'écoule plus librement vers les veines hépatiques efférentes et que le lit portal augmente en s'éloignant du point d'entrée de la veine ombilicale. Il y a donc équilibre entre le flux portal et la résistance périphériques des sinusoïdes. Comme l'avait déjà dit NETTEBLAD :

"Il est donc peu probable que les veines embryonnaires vitellines puissent subsister à l'état adulte sous forme de branches portales".

En effet, au stade embryonnaire 10 mm, le foie est encore lacunaire et peu développé, et le système vitellin est en regression. Sa portion intra-hépatique n'est plus reconnaissable.

D'autre part, il semble certain que l'angiostructure hépatique provient des espaces lacunaires développés dans la partie mesoblastique ; les cordons endothélieux ne font qu'entourer ces lacs sanguins. Les veines vitellines et ombilicales disparaissent alors comprimées par le parenchyme et le foie n'est à ce stade qu'une éponge gorgée d'hématies. L'apport du flux sanguin ombilical va provoquer la dilatation de certains sinusoïdes. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne du point de pénétration hépatique de la veine ombilicale, le lit vasculaire devient de plus en plus grand, la pression sanguine de plus en plus faible, mais pour une même distance du point d'origine le gradient de pression reste à peu près constant provoquant la formation d'un courant préférentiel d'autant plus constant et plus fort que l'on est plus proche de l'entrée de la veine ombilicale dans le foie.

A ce facteur mécanique doit s'ajouter des modifications histo-chimiques entraînant des variations de la tension superficielle des cellules hépatiques et la polarisation des sinusoïdes si bien que le courant sanguin passe toujours dans le même sens (notons cependant que des anastomoses porto caves intra hépatiques à l'échelon des sinuspïdes sont considérées comme normales lorsqu'elles sont en faible nombre).

Les constatations de CATAYEES, chez l'embryon de poulet, vont dans le sensde cette hypothèse. Il existe en effet une augmentation de l'activité enzymatique du septum transversum de la 40ème à la 70ème heure chez l'embryon de poulet : période de l'organogénèse hépatique.

L'organogenèse des vaisseaux du foie est comparable à un système d'écoulement dans une masse homogène mais perméable, ou les courants préférentiels sont fonction de la force du flux,de sa direction, de sa viscosité, mais aussi de la tension superficielle des éléments solides traversés par ces courants. Dans ce système d'écoulement, la probabilité d'avoir un courant préférentiel identique, diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du point d'entrée du courant sanguin,(Louis HUGUES)

Peut-être faut-il y voir la raison de la plus grande constance morphologique de l'arbre portal gauche par rapport à l'arbre portal droit chez l'homme.

V - Système des veines hépatiques efférentes

Son organogenèse est plus tardive que celle du système afférent.

Au stade de l'embryon humain n°1, il existe quatre veines efférentes :

- deux, la térales à trajet oblique
- une verticale, dans la continuité de la veine vitello-mésentérique
- une postérieure, qui deviendra le futur segment intra-hépatique de la veine cave inférieure.

Ces veines se jettent dans les faces latérales et postérieures de la veine ombilicale.

A ce stade les cordons endothéliaux n'ont pas encore pris une grande extension et le foie n'est pas entièrement traversé par le sang ombilical, seule la partie haute de ces quatre veines est bien individualisée.

I - La veine médiane verticale peut être considérée comme la partie intra hépatique de la veine porte vitello-mésentérique puisqu'elle est dans sa continuité. Elle deviendra peut être le canal d'Arantius.

II - Les deux veines efférentes latérales n'ont aucun rapport avec la veine vitello-mésentérique mais elles peuvent être considérées dans leur partie craniale comme la partie terminale de veines vitellines primitives.

III - La veine postérieure draine les futurs sinusoïdes spigeliens qui sont les seuls à être en rapport avec le mésenchyme postérieur par l'intermédiaire du meso-hépato-cave.

Sous l'influence du flux sanguin, certains sinusoïdes spigeliens viennent s'ouvrir dans la veine sub-cardinale droite.

Alors le courant sanguin des veines cardinales gagne le foie à travers ces sinusoïdes puis la veine hépatique efférente postérieure, donnant ainsi le segment retro hépatique de la veine cave ; on peut même dire intra-hépatique, car sur les embryons humains n°11 et 111, la veine cave est entièrement englobée dans le parenchyme ; il peut d'ailleurs en être ainsi chez l'adulte. Ces constatations confirment les travaux d'HUTTINGTON, MAC LURE et BUTLER.

En expliquant ainsi la formation du lobe de Spiegel, on comprend pourquoi les veines efférentes de ce lobe se jettent directement dans la portion retro hépatique de la veine cave inférieure, elles ne représentent primitivement que des affluents. Ceci explique également que leur abouchement se fasse au dessous du canal d'Arantius et au dessous des autres veines sus-hépatiques.

Sur l'embryon humain n°11, la disposition est presque celle de l'adulte ; il existe trois secteurs :

deux latéraux et un médian mais les territoires drainés ne sont pas tout à fait les secteurs sus hépatiques de l'adulte.

La disposition est encore symétrique pour les veines latérales et la veine médiane qui est formée de deux groupes de veines situés l'un dans le plan ombilical, l'autre dans le plan vésiculaire.

Sur l'embryon humain n°111, le schéma ressemble le plus à celui de l'adulte.

- Il est formé, en effet, de deux veines latérales droites
- d'une veine sagittale située dans le plan de la vésicule biliaire
- et de deux veines latérales gauches, l'une principale dans le sillon ombilical, l'autre postérieure (c'est le reliquat de la veine hépatique efférente gauche que nous avons retrouvé sur l'embryon humain n° 11 (17mm)

Ces constatations montrent que l'organogenèse des veines sus-hépatiques est peut être en rapport avec la partie terminale des veines vitellines, mais que leur développement est en retard sur le système porte.

L'organogenèse du lobe de Spiegel paraît bien être en rapport avec le développement du segment intra-hépatique de la veine cave inférieure.

La partie sus-hépatique de la veine cave inférieure vient du canal hépato-cardiaque droit.

VI - Les reconstructions des voies biliaires nous ont permis de voir que tant sur l'embryon humain n°1 que sur l'embryon humain n°2, il n'existait qu'une voie biliaire reliant la vésicule biliaire au duodenum. Signalons également le volume important de la vésicule biliaire par rapport à l'ensemble du parenchyme hépatique. En remontant le trajet des voies biliaires depuis leur abouchement dans le duodenum jusqu'au fond de la vésicule biliaire nous n'avons pas trouvé de travées cellulaires hépatiques, ainsi que le représente HAMILTON. (Streita)

C'est seulement sur l'embryon humain n°3 que nous avons relevé le départ d'un canal hépatique. Il se bifurquait et s'arrêtait très rapidement en regard de la veine porte.

Il est curieux de constater que les schémas classiques représentent des canaux biliaires avec leurs bifurcations à des stades très précoces (6 mm, 8 mm pour HAMILTON) et que sur les embryons humains n°1 (10 mm) et 2 (17mm), nous n'ayons pas retrouvé trace de ces canaux biliaires malgré une reconstruction complète faite à partir de coupes minces (5 et 10 microns) Il n'est pas dans notre propos de reprendre les discussions sur l'origine des canaux hépatiques. Il nous faudrait reprendre des arguments histochimiques et anatomo-pathhologiques qui sortiraient du cadre de notre étude.

Ces constatations appellent quelques remarques. L'axe cholecystique est le premier formé. Son organogenèse est indépendante du système vasculaire hépatique.

Les canaux biliaires n'apparaissent que plus tard. Ils semblent être des bourgeons nés de l'axe cholé-cystique. Cette organogenèse par bourgeonnement de l'axe cholé-cystique explique les variations des voies biliaires chez l'adulte et coïncide mieux avec les données récentes de l'Anatomie comparée des carnivores (CUQ).

Chez le chien, les canaux biliaires s'ouvre dans l'axe chole-cystique.

Chez les félidés, il y a concentration en deux systèmes gauche et droit.

Et ce n'est que chez les mustélidés que la disposition biliaire est comparable à celle de l'homme.

VII - L'évolution du tube digestif confirme les données classiques, qu'il s'agisse du développement de l'estomac ou de la rotation de l'anse ombilicale qui se fait avant les accolements secondaires.

En définitive, l'organogenèse de l'angioarchitecture du foie se fait par deux étapes :

- une étape glandulaire : c'est la formation de la masse cellulaire et des lacs veineux.
- une étape d'angioarchitecture à proprement parler ;

pour le système porte, c'est le courant sanguin qui polarise les sinusoïdes et les dilate.

pour le système sus-hépatique, il semble que seule la partie craniale de ces veines dérivent des veines vitellines primitives.

C O N C L U S I O N S

Ce travail repose sur trois reconstructions personnelles, faites selon la méthode de Born. Il est destiné à préciser l'organogenèse des éléments vasculaires du foie.

Ces reconstructions intéressent les vaisseaux afférents et efférents hépatiques de trois embryons humains, dont l'âge, évalué selon le développement des organes, se situe entre le 35 et 40ème jour, entre le 45 et 50ème jour, et vers le 52ème jour.

Ces trois embryons humains se situent dans la période d'organogenèse de la courbe de PINEAU.

En comparant les reconstructions avec les données de l'organogenèse classique, certains faits se trouvent confirmés, d'autres discutés.

Nous envisagerons successivement chaque élément.

I - Genèse des veines hépatiques afférentes

L'organogenèse du foie comporte plusieurs phases.

- Une première étape, glandulaire, voit les cellules hépatiques croitrent librement dans le septum transversum et s'intriquer avec le système sinusoïdal hépatique développé dans le mésenchyme ; le tout forme une éponge qui comprime et fait disparaître les veines vitellines dans leur portion intra-hépatique.

Elle correspond à la portion dite de croissance libre, de la courbe de PINEAU.

Chez l'homme, le système vitellin perd rapidement sa fonction, cette disposition n'entraîne pas de modification hémodynamique.

La partie sous-hépatique de ces veines persiste. HISS a montré comment elles forment la veine porte.

La partie sus-hépatique de ces veines va former les canaux hépato-cardiaques et peut être la partie craniale des veines sus-hépatiques.

En continuant de croître, la masse hépatique comprime le segment pré-hépatique du tronc ombilical qui va s'ouvrir dans les sinusoïdes hépatiques.

Cette invasion de l'éponge hépatique par le sang ombilical provoque :

I - L'apparition d'une anastomose entre la veine ombilicale et la branche gauche de la veine porte vitello-mésentérique.

Cette anastomose deviendra la partie sous-hépatique de la veine ombilicale bien qu'elle n'en dérive pas embryologiquement parlant.

2 - La dilatation par voie retrograde de la partie haute de la veine porte vitello mésentérique.

Le flux sanguin ombilical représente donc le seul élément dynamique du système veineux afférent hépatique.

Le canal d'Arantius nous est apparu constamment plus étroit que la veine ombilicale, ce qui restreint sa valeur de shunt ombilico-cave.

La majeure partie du flux sanguin ombilical doit donc traverser les sinusoïdes hépatiques, et va se heurter à la résistance de ces sinusoïdes et des cordons cellulaires.

Le foie embryonnaire est donc comparable à un système d'écoulement continu dans une masse lacunaire enclose.

Ceci entraîne :

1° - L'induction de courants préférentiels dont le vecteur sera d'autant plus fort et plus constant que l'on se trouvera plus près du point de pénétration du flux ombilical dans le foie.

2° - Les sinusoïdes les premiers dilatés seront ceux du foie gauche, mais leur expension semble freinée par l'existence du shunt arantien et le développement de l'estomac qui se produit à cette période.

C'est d'ailleurs cette portion de l'arbre portal qui a chez l'adulte le moins de variations.

Les sinusoïdes du foie droit, placés en cul de sac, pourront se développer et se dilater plus facilement. Leur croissance paraît ne pas être gênée par le développement d'autres viscères.

Ces sinusoïdes étant plus éloignés du point d'entrée de la veine ombilicale dans le foie, les vecteurs des courants préférentiels y seront plus variables.

L'organogenèse des veines afférentes est rapide, puisqu'au stade de l'horizon XVI le foie est encore à l'état embryonnaire et qu'au stade de l'horizon XIX, la ramure portale a déjà une disposition adulte. Il semble donc que ce soit le passage du flux sanguin ombilical dans les sinusoïdes hépatiques qui produisent l'organogenèse de l'arbre portal.

Au delà, ce sera la période de croissance des vaisseaux, à proprement parler, mais sans modification de la ramure portale.

A la naissance le flux ombilical sera remplacé par le flux portal.

II- L'organogenèse des veines hépatiques efférentes est en retard sur celle des veines afférentes.

Les veines efférentes ne peuvent donc se développer que dans le parenchyme compris entre deux veines afférentes.

La disposition primitive des veines efférentes est d'abord symétrique.

Le développement important du foie droit entraîne secondairement celui des veines efférentes droites, donc un décalage vers la droite de l'ensemble du système efférent.

Lors de l'organogenèse du foie certains cordons cellulaires s'engagent dans le meso-hepato-cave, reliant le foie à la paroi postérieure. Ils entraînent avec eux des sinusoïdes. L'ensemble forme le lobe de Spiegel.

Ces sinusoïdes vont s'ouvrir dans la veine sub-cardinale droite. Le flux sanguin cave parcourt ces sinusoïdes formant ainsi la partie retro-hépatique de la veine cave inférieure.

On pourrait dire intra-hépatique car elle l'est pas sa genèse et nous l'avons constamment retrouvée dans cette position sur les deux derniers embryons. De plus, cette façon de concevoir l'organogenèse de ce segment de la veine cave inférieure explique que l'on ne retrouve pas de cas de duplicité cave dans l'étage sus-rénal du système cave inférieur.

III - Genèse des artères hépatiques

La première artère à apparaître est l'artère cystique (horizon XIX, embryon humain de 17 mm).

L'artère hépatique ne se développe que tardivement (embryon humain de 26 mm). L'artère hépatique est donc un bourgeon de l'artère cystique.

IV - Genèse des éléments biliaires

Le premier élément biliaire à apparaître est l'axe cholecystique c'est à dire la vésicule biliaire et son canal rejoignant le duodenum.

Les canaux hépatiques apparaissent plus tard (Horizon XX) et semblent être des bourgeons de l'axe chole-cystique.

Le parenchyme hépatique est donc atteint d'abord par le flux sanguin ombilical, les canaux biliaires ensuite, le système artériel enfin.

Ainsi, semble se confirmer une loi générale d'organogenèse "La systématisation d'un parenchyme semble se régler autour du premier des éléments embryologiquement organisés qui le pénètre " (HUREAU et collaborateurs)

Ces trois reconstructions nous ont fait discuter deux notions classiques sur l'organogenèse des veines ombilicales et des vaisseaux mésentériques.supérieurs.

1°- La formation du tronc ombilical commun se ferait par anastomose transversale interombilicale et le sang ombilical gauche va directement se jeter vers la veine ombilicale droite.

Cette évolution du système ombilical et la prédominance du système droit sur le système gauche coïncide tout à fait avec l'évolution des autres systèmes veineux paires de l'embryon : formation de la veine cave supérieure, formation de la partie sous hépatique de la veine cave inférieure.

2°- L'étude de l'organogenèse de la veine mésentérique supérieure a montré :

a) que la partie distale du meso de l'anse intestinale était avasculaire
b) que sur l'embryon de l'horizon XVI, un élément vitellin vient se jeter dans la veine mésentérique supérieure à laracine du mésentère
c) que l'artère mésentérique supérieure se termine rapidement et n'atteint jamais le sommet de l'anse intestinale.

Ces trois faits confirment que les vaisseaux mésentériques supérieurs sont néo-formés comme les autres vaisseaux intra-embryonnaires et ne dérivent pas des vaisseaux vitellins.

B I B L I O G R A P H I E

ANDREASSI G.- Sur l'origine des vaisseaux ombilicaux chez l'homme. C.R. Assoc. Anat. 41 réunion. Gênes 1954- 31ê.

AREY L.B. - Dévelopmental Anatomy - London , 1947

ARON - Origine du sang dans le foie embryonnaire chez les mammifères. Archives, Morphologie générale et expérimentale, 1922, n°10.

BLOOM W - The embryogenesis of humain bile capillaires and ducts. Am. Jour. Anat. 1926, vol. 36, 451-465.

BONNE C. - Sur le rôle respectif des veines ombilicales et vitellines dans la circulation hépatique embryonnaire. Lyon Méd. 1904, n°4, 134-140

BONNE C. - Recherche sur le développement des veines du foie chez le lapin et le mouton. J. de l'Anat et de la Phyisiol., 1904, 40, pp. 225-267.

BORN Archiv für mikroskopische Anatomie.Bonn 1889.

BOUIN P. - Elément d'histologie. vol. Félix Alcan édit. Paris 1932

BOYER C.C. - Dévelopment of the golden hamster. Journ of Morphology - 1948, 38

BRACHET A. - Recherche sur le développement du pancréas et du foie (sélaciens, reptiles, mammifères). Journal de l'Anat. 1896, 32, 620-694.

BRACHET A. - Recherche sur le développement du diaphragme et le foie du lapin. J. de l'Anat. et de la Physiol., 1895, 31-511.

-
même référence - 1897, 7, 886.

- Recherche sur le développement du pancréas et du foie chez des sélaciens, reptiles et mammifères. J. de l'Anat. et de la physiol., 1896, 32. 620.

- Traité d'embryologie des vertébrés, 2ème édition, Masson édit. 1935

BREMER J.L. - Two reconstructions explaining the development of the veine of the liver. Anat. rec. 1937, 68, 165-168.

BUTLER - Am. J. Anat. 39, 267, 1927.

CALAS, MARTON

CALAS, MARTIN, CONVERT - Reconstruction d'ébauches pancréatiques et leur vascularisation. E.H. 11 mm, 17mm et 26mm. C.R. Ass. Anat. 42ème réunion, Gand, 1958.

CATAYEE GABRIEL - A propos de l'organogenèse du foie chez l'embryon de poulet (Etude morphologique et histo- enzymatique durant les tous premiers stades du développement). Thèse Montpellier, nov. 1952.

COUINAUD C. - Le foie. Etudes anatomiques et chirurgicales. I vol. Masson, édit. Paris 1957, 34-41.

COUINAUD C. - Mode d'origine de la voie biliaire principale. C.R.A.A 1953, 40, 603-609.

CUQ P. - Segmentation hépatique des carnivores - recueil de médecine vétérinaire. Tome CXLI, Mars 1965 (Vigot).

CUQ P., P.C. BLIN, A. BERENGER -
Topographie de la veine porte intra-hépatique du chien. Recueil en médecine vétérinaire tome CXCI, janvier 1965.

DA COSTA A. - Eléments d'embryologie. Masson, Edit. Paris, 1948.

DEBEYRE A. - Le foie est-il d'origine endodermique ou mésodermique ? Bibl. Anat. 1909, 19.

DE BURTLET H.M.- Morphol. Jahrb, 1911, 42-1

- Morphol. Jahrb, 1911, 42-477

DODDS S.G. - The essential of human embryology. I vol. John Wiley, édit. New-York 1945.

DUBREUIL G. - Embryologie humaine, Vigot, édit., Paris 1947, 1 vol.

DUBREUIL G. - Méthode de reconstruction graphic stéréoscopique d'objets microscopiques grossis. C.R. Association Anat. 16ème réunion, Paris, 1921, 99-110.

ELIAS H. - A reexamination of the structure of the mamalian liver. Am . J. Anat. 1949, 84-311.

ELIAS H. - The early embryology of the liver of vertebrates. Anat. Anzeiger 1955, 101, 153-167.

ELIAS H. and PATTY D. - Cross anatomy of the blood vessels and ducts in the human liver. A.M.J. Anat. 1952, 90, 59-111.

ELIAS H. - Origin and early development of the liver in various vertebrate acta. Acta hepatologica, 1956, 3-1.

FERREIRA DOS SANTOS - Etude embryologique par la méthode de Born de la capsule de Glisson. C.R. Assoc. Anat. 47ème réunion, Toulouse, 1962.

FLORENTIN P. (+), CUQ P., LEROY G. - Topographie des voies biliaires du chien. Bulletin de l'Assoc. des Anatom., XLVIII , Toulouse, 15-19 avril 1962.

FONTAN M. - Le canal veineux d'Arantius. Thèse Lille, n°26, 1911

FRAZER E. - A Manuel of embryology I vol. Baillière, Tindall and Cox, édit. London, 1940.

GERAUDEL E.J- Le parenchyme hépatique et les voies biliaires sont deux formations génétiquement indépendantes, 1907, 43, 410-431.

GERAUDEL E.J. - Note sur le régime circulaire de la glande hépatique. Journ. de l'Anat. et la Physiol., 1905, 59, I - 226-228.

- Le parenchyme hépatique et les voies biliaires sont deux formations génétiquement indépendantes. J. de l'Anat et Physiol., 1907, 43 - 410-430.

- Revue de Médecine de Paris, 1907 - 27-70

GIROUD A. et A.LELIEVRE - Eléments d'embryologie, Le François, 1965.

GUNTZ M. - Les résections hépatiques réglées et leurs indications dans le traitement chirurgical du kyste hydatique du foie (bases anatomiques). Thèse Alger, 1956.

- - Les veines sus-hépatiques. Trav. du Lab. d'Anat. de la Fac. de Méd. d'Alger, 1959.

HAMILTON H. - Human embryology, I vol. Saunders, édit. London, 1947.

HAMILTON W.J. - Human embryology, I vol. , W. Heffer and Sons. Limited, édot.
BOYD J.D.
MOSSMAN H.W.

HARRISON R.G. - A textbook of human embryology. I vol. Blackwell, édit. Oxford 1959.

HERTWIG O. - Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere Iena 1886. Traduction par Ch. Julin (2ème édit.) de la 6ème édition allemande - développement de l'homme et des vertébrés-Paris 1900, 254-259.

HISS W. - Arc. f. Anat. U. Entwicklungsgesch, 1881, 321

HISS W. - Anatomie, menschlicher Embryonen. Leipzig, 1880, 1882, 1885.

HOCHSTETTER F. - Ueber die Bildung der hinteren Hohlverre bei den Saügetieren Anat. Anz. 1887, 2, 517-520.

- - Ueber das Gekröse der hinteren hohlverre. Anat. Anz.- 1888, 3, 965-974.

- - Morphol. Jahrb. 1893 - 20, 542

- - Morphol. Jahrb - 1894, 21-19

- - Ergebn. Anat. U. Entwicklungsgesch 1883, 8 - 460

- - Arch. F. Anat. U. Entwicklungsgech, 1886 - 5 - 369

HUGUES L. - Etude de la circulation hemodynamique à travers les terrains sablonneux - Thèse doctorat es Sciences - Marseille, 1943.

HUREAU J., CHEVREL J.P., ALEXANDRE J.H. et LASSAU J.P. - Considérations sur le plan général d'organisation du rein des mammifères, Lausanne, avril 1965.

HUTTINGTON G.S., MAC LURE CFV - The developent of the veins in the domestic cat Anat. Rec., 1920,1921, 20-1.

JOHNSON F.P. - A human embryo of twenty four pairs of somites. Carnegie Con. to Emb. Vol. 6, 125-168.

KAMINA - Thèse de Bordeaux, 1963.
Reconstruction du foie et des veines intra-hépatiques chez un embryon humain de 16mm5.

KEIBEL F., MALL F.P. - Manual of humain embryology, vol. 2, J.B. Lippincott, édit., Philadelphia and London 1910.

KOIL'KER V.A. - Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. Leipzig, 1961, I vol. Embryologie, Traduction A. Schneider, Paris, 1882, pp. 920-939

KOLLIKER - Hambd. der Gewebelehre des menschen. Leipzig, 1859.

KOLLMANN J. - Handatlas der Entwicklungsgeschischte des Menschen. Jena-Verlag Von Gustav Fischer, 1907, 2 vol.

LANGMAN J. - Embryologie médicale. Masson, 1965.

LASSAU J.P. et HUREAU J. - Le système veineux hépatique d'un embryon humain de 10 mm - Société Anatomique de Paris, 1965.

LASSAU J.P., HUREAU J., ALEXANDRE J.H. et CHEVREL J.P. - Reconstruction de l'anse ombilicale d'un embryon humain de 10mm - Congrès de l'Association des Anatomistes de Langue française - Lausanne 1965.

LASSAU J.P., HUREAU J., CHEVREL J.P. et ALEXANDRE J.H. - Le système veineux hépatique chez un embryon humain de 17mm. Congrès de l'Association des Anatomistes de Langue française - Madrid 1964.

LASSAU J.P., HUREAU J., CHEVREL J.P. et ALEXANDRE J.H. - L'anse ombilicale et ses vaisseaux chez un embryon humain de 17 mm. Archives d'Anatomie pathologique, volume 13, n°2, juin 1965.

LASSAU J.P. et J. HUREAU - Le système veineux hépatique d'un embryon humain classé dans l'horizon XX de Streeter. Congrès de l'Association des Anatomistes de Langue française. Marseille 1966. -(sous presse)

LASSAU J.P. et J. HUREAU - Le système veineux hépatique d'un embryon humain de 10mm. Archives d'Anatomie pathologique - (sous presse)

LE DOUARIN Nicole - Induction de l'endoderme pré hépatique par le mésoderme de l'aire cardiaque chez l'embryon de poulet. J. Embryol. Exp. et Morph. Vol. Déc. 1964, 12, 651-664.

LEE H., HALPERT B. - The gall bladder and the extra-hepatic biliary passages in date embryinie and early fetal life. Anat. Rec. 1932, 54, 29-43.

LEWIS FT. - The development of the liver in Normal of Human embryology (d'après le livre de KEIBEL et MALL). 1912 - 403-428.

LIPP W. - Die frühe entwicklung der Architektur der leber parenchyms beim Meerschweinchen - Z - Mikroskop - Anat. Forsch. 58, 289.

- - Die frühe struktur entwicklung des leber parenchyms beim Menschen Z - Mikroscop - Anat. Forsch - 59 - 161.

- - Erganaungsheft. Zum. Anat. 1952, 99-241

LUDWIG E. - Zur Entwicklungsgeschichte der leber, des pancreas, an des vorderdarms bei der ente und beim Maulmurf. Anat. hefte 1919. 56-513.

LUTIGNEAUX H. - Méthodes de reconstruction dans l'espace des objets microscopiques. La conservation des pièces anatomiques en milieux oléo-résineux solides. Les Ambréides. Thèse. Lille 1925.

MAR LURE CFW et BUTLER E.G. - The development of the vena cava inferior in man. Am . Journ. Anat. 1925, 35, 331-383.

MALL FP. - Am. J. Anat. 1906, 5.

MARTIN R. et CONVERT A. - Reconstruction du foie et de ses pédicules vasculaires sur un embryon humain de 26mm. C.R. Assoc. Anat. 46ème réunion, Montpellier, 1959, 473-475.

MARTIN R. et CONVERT A. - Etude de la capsule de Glisson sur un embryon humain de 26mm. Arch. Anat. Path. vol. 1, 1960.

MINOT C.S. - Lehrbuch der entwicklungs - Geschichte des Menschen, Leipzig, 1894.

NETTEBLAD S.C. - Die Lobierung und Topographie der Säugerleber nebst Beiträgen zur Kenntnis der Leberentwicklung beim Goldhamster. Acta Anatomica, 1954, suppl. 20, I ad. vol. XXI.

ODGER P.N.B. - Some observations on the development of the ventral pancréas in man. Journ. Anat. 1930, 65 , 1-7.

PATURET G. - Traité d'anatomie humaine. Tome 3, fascicule 2, Masson édit. Paris 1958.

PATTEN - Human embryologie, I vol. 2ème édit. 1953; MC Graw-hill Book Company New York, London.

PATTEN B.M. - Zur Entwicklungsgeschichte der leber, des pancreas and des vorderdarms bei der ente und beim Maulmurf. Anat. Hefte, 1919, 56-513.

PINEAU Henri - La croissance et ses lois, Thèse Sciences 1965, Paris

POIRIER P. et A. CHARPY - Traité d'anatomie humaine. T.4, Masson, édit. Paris 1901.

PRENANT A. - Elements d'embryologie de l'homme et de s vertébrés (Steinheim, éditeur, 1891)

POULHES - Thèse de Pierre Morel - Toulouse, 1953-1954

QUENU L. , DELGADO, P. QUEREUX - Considération sur le tube digestif sous-diaphragmatique - A propos d'une reconstruction par la méthode de Born d'un embryon humain de 17mm - C.R. Associac. Anat. 43ème réunion, Lisbonne, 1956-867

REX H. - Morphol. Jahrb, 1888, 14-517.

ROULE L. - L'anatomie comparée des animaux, I vol. Masson édit. Paris, 1898.

ROUILLER Ch. - The Liver, 1963, Academic Press. New York and London.

SHORE - Notes on the origin of the liver. Joun. of Anat. and Phys. 1891, 25 166-197.

SITGES A. - Embryologia del sistema veneso hepato-portal. Med. Clini. 1958 30 P. 348-358.

SIWE - Foie et pancréas. Arch. Biol. 1929, 39.

SOULIE A. - J. de l'anat et de la physiologie. A I - I - 1905.

et BONNE G.

STARCK D. - Embryologie, I vol. Georg., Thiem, Verlag. Stuttgart, 1955.

STREETER - Description og age groupe XI, 13 to 20 somites and age groupe XII, 21 to 29 somites. Contribution to Embryology, vol. 30 - 211-245. Carnegie . Institution of Washington publication 541- 1942.

- Description of age group XIII, Embryos about 4 or 5 millimeters long, and age groupe XIV period of indentation of the lens vesicle. cont. to Embryol., 1945, vol. 31; p. 25-63 - 557

- Description of age group XV, XVI, XVII and XVIII Being the third of a survey of the carnegie collection. Cont. to Embry. 1948, vol. 32, p.133-203.

- Description of age groups XIX, XX, XXI, XXII and XXIII being the fifth issue of a survey of the carnegie collection. COnt. to Embryo, 1951, vol. 34, pp. 165-196, 592.

SWAEN A. - Recherches sur le développement du foie, du tube digestif, de l'arrière cavité du péritoine et du mésentère. Journ. de l'Anat. et de Physiol. 1896 32, I-84.

SWAEN A. - Développement du foie du péritoine du tube digestif et du mésentère chez le rat. J. d'Anat. et de Physiol., 1896, 32, 1-83.

TESTUT L. et A. LATARJET - Traité d'anatomie humaine - T. 4, Doin, édit. Paris 1954.

THIENES Ch. - Anat Rec. 31 - 149 - 1925.

THYNG F.W. - The anatomy of a 17mm8 human embryo. Am. Journ. Anat. 1914, 17,31-112

TOURNEUX F. - Précis d'embryyologie humaine - I vol. Paris 1898.

TRAITE de ZOologie - Tome 2 , Masson, édit. Paris, 1954, pp.164-165

BERNARD VILLIN - Topographie vasculaire et biliaire du foie de quelques rongeurs domestiques. Thèse Doctorat Vétérinaire, 1965, Paris.

VON PEE - J. de l'Anat. et de Physiol. 1889, 35-133

ZUMSTEIN J. - Zur Anatomie und Entwickelung des veinensystems des Menschen Anat. Hefte, 1896. 6-571.

Zur Entwickelung des veinensystems bei dem meerschweinchen. Anat. Hefte 1897, 8-165.

Uber die Entwichelung der vena cava inferior bei dem Maulwuf und bei dem kaninchen. Anat. Hefte, 1898, 32-307.